

FILOSOFÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL CONO SUR

Vol. 2

Pablo Lorenzano y
Hernán Miguel
(editores)





Lorenzano, Pablo

Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur / Pablo Lorenzano y Hernán Miguel - 1a ed. - Buenos Aires: C.C.C. Educando, 2007.

v. 2, 450 p.; 21x15 cm.

ISBN 978-987-9419-56-4

1. Filosofía de la Ciencia. I. Miguel, Hernán II. Título
CDD 501

© Editorial CCC Educando

Av. Warnes 2361/5 (1417)

Capital Federal

Con una tirada de 500 ejemplares

Impreso en Argentina

Queda hecho el depósito que previene la ley 11.723

No se permite la reproducción total o parcial, de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

**FILOSOFÍA E HISTORIA
DE LA CIENCIA DEL CONO SUR
Vol. II**



AFHIC

Pablo Lorenzano

Hernán Miguel

(Editores)

**FILOSOFÍA E HISTORIA
DE LA CIENCIA
EN EL CON**

O SUR

Vol. II

Índice

Prólogo de los editores	13
Ahumada, José <i>Prueba de cambio, ¿contra el método?</i>	15
Albornoz Stein, Sofia Inês <i>Visões convencionalistas de ciência</i>	25
Avendaño, María C. C. y Eduardo Sota <i>Una reflexión sobre las prácticas: acerca de una ontología minimalista de la ciencia</i>	35
Baldatti, Celia <i>La fortaleza del internalismo en las visiones contemporáneas del desarrollo científico</i>	47
Blank, Andreas <i>The New System and Leibniz's Transformation Theory of Animal Generation</i>	53
Boido, Guillermo <i>Arrianismo y éter en el último Newton: triste, solitario y final</i>	63
Celestino Silva, Cibelle <i>As analogias mecânicas no estudo do eletromagnetismo no século XIX: as contribuições de Oliver Heaviside</i>	71
Chediak, Karla <i>O problema da individuação em biologia à luz da determinação da unidade de seleção natural</i>	79
Chibeni, Silvio Seno <i>Quinton's neglected argument for scientific realism</i>	93
Chichi, Graciela M. <i>El tratamiento de la relevancia en textos próximos a los orígenes de la lógica</i> ..	101
de Andrade Martins, Roberto <i>Cómo ser un fraude exitoso: propaganda y falsedad en el discurso científico</i> ..	111
de Mello Forato, Thais Cyrino <i>Isaac Newton e sua obra publicada sobre as Profecias de Daniel</i>	121
Flichman, Eduardo H. <i>Aleatoriedad vs. Arbitrariedad en la mecánica estadística clásica</i>	133

Freites, Yajaira <i>Relaciones científicas entre el Cono Sur y Venezuela: el caso de la medicina veterinaria (1933-1955)</i>	145
Friollo de Pauli, Nivia Aparecida <i>A Química em Instituições de Ensino Secundário e Superior: Araraquara – Estado de São Paulo – Brasil</i>	153
Fulugonio, María Gabriela <i>Avatares en la definición de número fregeana</i>	159
García, Marisa C. <i>¿Es posible una historia constructivista de la dimensión material de la ciencia? A propósito de la historiografía poshumanista de Andrew Pickering</i>	173
García, Pío <i>Simulaciones computacionales en química y estrategias de resolución de problemas</i>	183
Ginnobili, Santiago <i>Lo que las especies realmente son</i>	193
Goethe, Norma B. <i>Las virtudes epistémicas del simbolismo según Leibniz y la transformación de una idea</i>	203
Gonzalo, Adriana <i>El programa chomskiano. Continuidades y rupturas con el proyecto de la lengua universal en el S. XVII.</i>	213
Guimarães, Leandro Belinaso y Maria Lúcia Castagna Wortmann <i>Em busca das descontinuidades: a viagem de Euclides da Cunha à Amazônia</i> ..	225
Hidalgo Ferreira, Juliana Mesquita <i>A astrologia inglesa do século XVII e a então recém-fundada Royal Society</i>	235
Krause, Décio <i>Individualidade de objetos físicos e lógica</i>	249
La Rocca, Susana y Gladys Martinez <i>La racionalidad, ¿una alternativa biológica?</i>	259
Lazzer, Sandra <i>Universalidad de la lógica en Frege: viejas cuestiones, nuevas discusiones</i>	271
Letzen, Diego <i>Dinámica de creencias y ontologías</i>	281

Lewowicz, Lucía	
<i>Incommensurabilidad y no solapamiento. Una ambigüedad planteada a través del concepto de categoría taxonómica en el último Kuhn.....</i>	293
Lombardi, Olimpia y Martín Labarca	
<i>El problema de la reducción de la química a la física.....</i>	301
Lorenzano, César	
<i>La estructura pragmática de la ciencia.....</i>	311
Lorenzano, Pablo	
<i>Principios, modelos, ejemplares y representaciones en la genética clásica.....</i>	323
Martínez, María Laura	
<i>Nuevos aportes de Ian Hacking a la historia y la filosofía de la ciencia.....</i>	337
Menéndez, Vicente	
<i>Daniel Bernoulli: la síntesis entre Parménides y Heráclito en el siglo XVIII.....</i>	347
Mioli, Alejandro	
<i>Un examen de la relación entre escepticismo y epistemología: el caso del llamado escepticismo científico.....</i>	353
Molina, Jorge Alberto	
<i>La regla de reducción al absurdo en la Geometría griega y en la Lógica de Aristóteles.....</i>	367
Monroy Nasr, Zuraya	
<i>Observaciones de Margaret Cavendish sobre la naturaleza del color.....</i>	385
Núñez, Paula Gabriela	
<i>Entre la ciencia ideal y las prácticas: un estudio de caso.....</i>	395
Oliveira Pereira de Moraes Brito, Ana Paula y Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	
<i>Wilson, Stevens e a determinação de sexo por cromossomos: uma controversia</i>	405
Onaha, María Eugenia y Marcelo Etchegoyen	
<i>La Teoría de la evolución darwiniana: reflexión acerca del modelo dinámico de niveles múltiples.....</i>	415
Otero, Mario H.	
<i>Sobre las presuposiciones de la ciencia. El Essay on Metaphysics (1940) de Robin Collingwood como antecedente de toda una época.....</i>	429
Peckhaus, Volker	
<i>¿Adiós, Descartes? Una rehabilitación pragmática del racionalismo.....</i>	441

Pérez, Diana y Liza Skidelsky <i>La distinción personal-subpersonal en D. Dennett</i>	455
Pessoa Jr., Osvaldo <i>Redução de estado na física quântica: amplificação ou consciência?</i>	465
Pinto de Oliveira, José Carlos <i>Carnap, a História da Filosofia e a Filosofia Científica</i>	475
Rebollo, Regina Andrés <i>Teleologia na medicina antiga</i>	485
Rivadulla, Andrés <i>Relaciones interteóricas y el papel de la teorización en física</i>	495
Santilli, Estela <i>Especies biológicas y clases naturales: reapertura de un debate</i>	505
Severgnini, Hernán <i>Representar interviniendo: simulaciones experimentales en la filosofía natural de Robert Boyle</i>	515
Tossato, Claudemir Roque <i>O realismo kepleriano das hipóteses astronômicas</i>	525
Urtubey, Luis Adrian <i>Vaguedad, medida e información</i>	535
Vargas, Evelyn <i>Fisiología Clásica y modelo experimental en la formación del concepto leibniciano de organismo</i>	545
Velasco, Marisa <i>Ian Hacking y la filosofía de la experimentación</i>	557

Prólogo

Este libro recoge algunos de los trabajos presentados en el IV Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur, que, con el objetivo de promover en la región la reflexión, comunicación, intercambio y discusión de la ciencia, desde una perspectiva tanto histórica como filosófica, organizara la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur (AFHIC). Dicho Encuentro –el segundo organizado por esta Asociación, que tuviera su acto fundacional en Quilmes, Argentina, en el año 2000, durante la sesión de clausura del *II Encuentro* de estas características– se realizó del 22 al 25 de mayo del año 2004, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en las instalaciones de la Sociedad Científica Argentina y en las del Posgrado en Epistemología e Historia de la Ciencia de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Un gran número de trabajos allí presentados y ampliamente discutidos por los participantes fueron reelaborados y enviados para su posterior publicación. Estos trabajos, a su vez, fueron reenviados a (al menos dos) especialistas, tanto residentes en la región como fuera de ella, para ser evaluados, de acuerdo con el conocido procedimiento *peer review*. De este modo, las contribuciones que componen el libro fueron el resultado de un arduo y largo proceso de evaluación, oportuna revisión y eventual aceptación posterior de los trabajos remitidos. Quisiéramos agradecer la colaboración que en dicha tarea nos fuera brindada por los casi incontables colegas que actuaron como evaluadores.

Asimismo, quisiéramos manifestar nuestra gratitud por el apoyo decisivo proporcionado para la publicación del presente volumen a Raúl Carioli, de la Editorial Prometeo.

Por último, quisiéramos recordar a tres personas que hubieran querido ver publicado este libro (y que nosotros hubiéramos deseado fervientemente que lo pudieran hacer): a Alfredo Kohn Loncarica, Presidente de la Sociedad Científica Argentina, que tan amablemente pusiera a nuestra disposición las instalaciones de la institución que él presidía para la realización del evento arriba mencionado, a Eduardo Flichman, que afortunadamente pudo terminar el artículo que aquí figura, y a Gladys Martínez, de quien se publica en este volumen un trabajo suyo escrito en colaboración. Consideramos que la muerte de estos tres colegas y amigos constituye, en lo personal y en lo profesional, una pérdida invaluable para nuestra comunidad. Valga este libro como un modesto homenaje a ellos.

Los editores

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, setiembre de 2007

¿Contra el método?

José Ahumada
Universidad Nacional de Córdoba

1. Introducción

Una de las posiciones que más ha cuestionado la racionalidad del descubrimiento y sus metodología ha sido el modelo de variación ciega y retención selectiva (en adelante, VC+RS) propuesto por Campbell-Popper. Entre otras cuestiones, estos pensadores han negado que incluso haya métodos heurísticos para la obtención de conocimiento totalmente nuevo. La producción de novedad mediante reglas heurísticas no deben considerarse generaciones propiamente guiadas porque las heurísticas son también un producto de la variación de VC+RS. Aún más, Campbell afirma que la VC+RS es en sí misma, la propia negación del método, reeditando en forma contemporánea una de las partes del dilema planteado por la paradoja de Menón: si hay novedad no debe saberse de antemano lo que ocurrirá, de lo contrario no sería algo totalmente nuevo. VC+RS, es la única alternativa de salirse de la paradoja. Por el contrario, la existencia de un método tipo heurístico supone algún tipo de conocimiento ya alcanzado y por lo tanto no debe considerarse sus productos como algo auténticamente novedoso. Una versión reciente de este particular modo de entender la creatividad y el método científico la encontramos en el libro de Kantorovich “Scientific discovery logic and tinkering” (1993). Uno de los intentos más sistemático de fundamentar una postura evolucionista del descubrimiento a la vieja usanza, como opuesto a una aproximación computacional de la misma. Digo a la vieja usanza porque la mayoría de las versiones evolucionistas posteriores encontraron en los algoritmos genéticos computacionales una nueva metáfora para abordar el contexto de descubrimiento. Actualmente especialistas en creatividad como Simonton y filósofos como Nickles, consideran que la mecanización computacional de las concepciones evolucionistas ha revertido el carácter no metodológico antes mencionado y que a diferencia de Campbell, puede hablarse sin contradicción alguna de una metodología científica evolucionista. Los algoritmos genéticos se interpretan como la simulación de la VC+RS y en razón de que pueden implementarse computacionalmente, debe considerarse como un método. Constituyó un cambio radical de los epistemólogos evolutivos aceptar la posibilidad de que las computadoras sean creativas y el optimismo en esta

dirección llegó a extremos impensados décadas atrás como lo muestra la siguiente frase de Fogel:

“La Simulación de los procesos evolutivos es equivalente a la mecanización del método científico” (1999, p. 44).

2. Las ciencias de la computación como epistemología

Aunque esto todavía no ha constituido una línea estable dentro de los estudios sobre descubrimiento constituye un interesante ejemplo de cómo algunos logros tecnológicos afectan nuestros métodos y concepciones epistemológicas acerca de los mismos. Visto desde otro ángulo, se puede decir también que relegaría a las concepciones evolucionistas de la ciencia como aproximaciones algorítmicas a la misma.

Pero la demostración de estos teoremas no sólo es importante porque reeditan viejas discusiones, sino también porque tal vez muestre nuevas formas de hacer epistemología de un modo no tan dependiente de estudios históricos. En otras palabras, estos teoremas son ejemplos convincentes de que en la ciencia de la computación se están produciendo una gran cantidad resultado que desafían tanto la modalidad de aproximación a los estudios de la ciencia como algunos de las concepciones metodológicas que anteriormente se tenía. En este sentido acuerdo con K.Kelly (2000) que deberíamos abordar ciertos problemas metodológicos a partir de disciplinas que estudian los métodos a otra escala y a un nivel más microscópico que lo que permite muchas veces la historia de la ciencia. Es en esta dirección que intento contextualizar este trabajo, aceptar esta nueva dinámica y evaluar en este escenario las viejas y actuales propuesta de los epistemólogos evolutivos. Una aclaración más, cuando hablamos de metodología de descubrimiento, tradicionalmente se consideró que podía haber un solo o unos pocos métodos que dieran cuenta de toda la dimensión creativa. Actualmente se acepta que no hay un solo método y que existe una pluralidad de métodos que pueden funcionar correctamente en algunos casos pero no en todos. No obstante queda la duda si existe un programa maestro que permita derivar como consecuencia todos los descubrimientos posibles. Tengamos en cuenta que una cantidad no manejable de reglas o una incompletitud de las mismas atentan contra lo que comúnmente se denomina “racionalidad del descubrimiento”.

Por otro lado, dentro de las ciencias de la computación, luego del predominio que tuvieron los métodos heurísticos, y de los fracasos en la obtención de métodos heurísticos generales que resolviera cualquier tipo de problema, surgieron o resurgieron otras formas de programación que intentaron ofrecer

flexibilidad, necesidad mínima de programación y que además, implícitamente superaran en generalidad a métodos anteriores. Se suponía que ante la falta de conocimiento del dominio era posible disponer de métodos que tenían mayor probabilidad de resolver problemas que el resto de los métodos. No obstante todos eran concientes de los límites que Turing había puesto a estas pretensiones y del clásico problema de la inducción pero, implícitamente todos consideraban que podía encontrarse algún algoritmo que fuera en alguna mínima medida más general que otro. Existía como dice Culberson el sueño de encontrar la “bala mágica” que sin saberse nada del dominio en cuestión pudiera resolver cualquier tipo problema mejor que sus rivales (Culberson 1996, p. 2)

3. Teoremas “No Free Lunch” y creatividad

Es dentro de este contexto que aparecen los teoremas denominados “No Free Lunch”, que dicen:

.. para problemas de optimización, tanto estáticos como dependientes del tiempo, el rendimiento promedio de cualquier par de algoritmos a través de todos los problemas posibles es exactamente la misma. Esto significa en particular que si el rendimiento de algún algoritmo a_1 es superior a la de otro algoritmo a_2 en algún conjunto de problemas de optimización, entonces la inversa debe ser verdadera del conjunto de todos los otros problemas de optimización. Esto es verdadero aún si uno de los algoritmos es aleatorio.

Para cualquier algoritmo cualquier el elevado rendimiento sobre una clase de problemas es exactamente compensado con bajos rendimientos sobre otra clase de problemas. (Wolpert & Macready 1997, p. 1).

Los aparentes contraejemplos deben su existencia al hecho que en diferentes contextos hay diferentes estructuras que permiten que algunos métodos tengan éxito. En *machine learning*, el slogan es que toda máquina tiene un sesgo interno, lo que le permite tener éxito en una clase de problemas a expensa de fracasar inevitablemente en otros.

Fue un resultado teórico que generó un debate interesante sobre estos tópicos y que trajo como lección el peligro de comparar algoritmos por su rendimiento sobre *una muestra pequeña de problemas*. Los resultados también indican la importancia de incorporar conocimiento específico dentro de la conducta del algoritmo que lo sesgaba.

A este teorema, además de recordarnos el viejo problema de la inducción nos trae nuevamente a consideración al Feyerabend de “Contra el Método”.

..no existe canon, regla simple, por plausible que sea, y por firmemente basada que esté en la epistemología, que no haya sido violada en alguno u

otro momento. Es evidente que tales violaciones no son eventos accidentales. Por el contrario, vemos que son necesarias para el progreso (Feyerabend 1975, p. 23).

Dado que según el teorema “No Free Lunch”, no hay un algoritmo general que resuelva mejor que cualquier otro todo problema que se le presente es que puede verse como una reformulación de las máximas de Feyerabend antes citada. Pero, creo, que las consecuencias de estos teoremas van un poco más allá, no solo dice que cualquier máxima es violada como método general sino que ningún método es superior a otro cuando lo comparamos con respecto a todos los problemas posibles. En otras palabras, no solo siempre hay contraejemplos sino que cuando uno pondera sobre todos los problemas posibles la cantidad de aciertos y fallos es la misma para todos los problemas. Es decir, el teorema supone que no solamente no existe una regla única que no pueda ser violada (como lo dijo Feyerabend), sino que va más allá y nos dice que además de ser seguramente violada en algunos casos, no es ni un milésimo más general que otra. Expresado esto de otro modo, no solo podríamos decir siguiendo a Feyerabend que todo canon o regla ha sido violada sino también que el número total de violaciones y aciertos posibles es igual para cualquiera de ellas. Es por esta razón que algunos pueden defender los fallos en el razonamiento deductivo cuando se realiza el experimento de Wason para determinar el valor de verdad del enunciado “si tiene una vocal de un lado, entonces tiene un número par del otro”. La mayoría trata de confirmar la hipótesis en lugar de disconfirmarla. Los que no lo consideran como un contraejemplo a la racionalidad argumenta que ese sesgo que produce errores en algunos casos funciona bien en otros ámbitos.

4. “No Free Lunch” como ejemplo y justificación de una concepción evolutiva de la creatividad

Pero como ya lo adelanté más arriba, la ciencia de la computación no es el único ámbito donde ha tenido relevancia este teorema. Nickles en *Evolutionary Models of Innovation and the Meno Problem* (Nickles 2003) usa el teorema “No Free Lunch” para justificar una vuelta a las concepciones evolucionista del descubrimiento. Para Nickles el teorema le vuelve a otorgar un estatus importante a la variación ciega y retención selectiva. Su argumento puede resumirse de este modo:

Dado un dominio particular, no hay razón para pensar que una regla VC+RS estará entre las reglas objetivamente más eficientes para aquel dominio. El teorema “No Free Lunch” no ofrece apoyo positivo a la tesis de Campbell de que la investigación innovativa debe emplear alguna forma de VC+RS. Podría parecer

que esto derriba la tesis. Sin embargo no lo es porque la tesis de Campbell se refiere a la investigación bajo condiciones de ignorancia. Es decir, si bien es cierto que ante la ignorancia vale cualquier regla, se usa VC+RS a un meta-nivel. En circunstancias de ignorancia solo puede haber elección ciega entre las reglas disponibles. (Nickles 2003)

Considero que el teorema sigue valiendo también para la versión que da Nickles, da lo mismo elegir aleatoriamente o no en el meta-nivel propuesto. Aún más, la programación evolutiva no solo elegiría entre métodos ya disponibles sino que los modificaría para generar por VC+RS nuevos métodos. Esto también cae bajo el teorema “No Free Lunch”. En todo estos casos, hay que calibrar las funciones adaptativas de los algoritmos, y en ese proceso inevitablemente se le incorpora información acerca del dominio del problema.

Cabe aclarar que esto último llevó a otra controversia respecto a los usos de estos teoremas. El libro de Dembski titulado “No Free Lunch” (2002), hace una interpretación distinta del teorema afirmando que en definitiva solo puede explicarse la evolución por la intrusión de un diseñador que calibra estas funciones. Caso contrario, para la generación de lo que denomina la complejidad especificada no podría de acuerdo al “No Free Lunch” generarse por VC+RS. No voy a entrar en el largo debate que generó este texto, solo quiero ilustrar dos usos opuestos extremos del teorema que va desde un diseño darwiniano a uno no darwiniano. Pero quiero destacar que aún los artículos más críticos contra Dembski, sobre su libro, nadie niega la primer parte del argumento que la evolución vista como un algoritmo de búsqueda no es óptima. Cuestión que a mi entender pone en duda las máximas aspiraciones que tenía Campbell sobre su epistemología evolucionista: La evolución funciona, genera novedad por lo tanto es óptima y puede usarse para cualquier tipo de problemas, en especial los científicos.

Creo que a partir de estos resultados debería repensarse nuevamente una epistemología evolucionista, sabiendo que no es suficiente la VC+RS y el conocimiento del dominio. El atractivo de la epistemología evolucionista residió en erigirse como un método general en el ámbito creativo y el teorema también limita esta pretensión, es sólo uno de entre muchos métodos posibles que funcionará bajo algunas circunstancias y otras no.

Esto también llevaría a entender otro de los supuestos de la epistemología evolucionista, aquel por el cual se sostiene que la variación ciega es ciega pero no aleatoria. La VC+RS es un algoritmo de búsqueda, y como tal tiene también su sesgo. Uno de los investigadores que más valoró el teorema “No Free Lunch” como Stuart Kauffman afirma en sus últimos trabajos: “el teorema “No Free Lunch” me llevó a interesarme sobre lo siguiente:

La recombinación es solo útil sobre superficies adaptativas suaves donde altas cumbres se ubican una cerca de otra (Kauffman 2000, p. 239).

La recombinación es solo útil como estrategia de búsqueda sobre ciertos paisajes adaptativos. De donde viene ese paisaje. Nadie lo sabe (Kauffman 2000, p. 18).

Entiendo que estas afirmaciones de Kauffman, van más allá de los usos que hacen Dembski y Nickles y que en cierta manera refutan o diluyen el uso que hacen de los teoremas “No Free Lunch”. En el caso de Nickles, su uso del teorema radica en sostener a partir del mismo que la VC+RS es un procedimiento sesgado, que funcionan en ciertos ámbitos y en otros no. Nickles podría escapar de este inconveniente proponiendo un simple ensayo y error aleatorio en lugar de VC+RS. Pero con esta salida ya no puede respaldarse en la evolución como lo hacen la mayoría de los epistemólogos evolucionistas para justificar la existencia de un único método (o antimétodo) necesario en toda innovación. No puede usarse para respaldar lo que él denomina “darwinismo universal” como única vía en la resolución de problemas creativos. Este paradigma darwiniano de la creatividad, debe usarse según Nickles por un argumento de tipo inductivo:

¿Qué otros procesos han producido algo tan innovativo y original como el mundo biológico en toda su sorprendente complejidad y variedad? Este solo hecho hace a la evolución darwiniana importante de seria atención a todo estudiante de creatividad e innovación. (Nickles 2003)

No niego la importancia para los estudios de creatividad de los mecanismos de la evolución natural pero, además de los problemas de su extrapolación a la evolución cultural, entiendo que como traje a colación anteriormente con Kaufman, el mecanismo de VC+RS no capta todo proceso creativo. Deberíamos probar que ambos escenarios son iguales para poder extrapolar los mecanismos que han producido las “sorprendentes complejidades y variedades” de la evolución orgánica a la evolución cultural. En síntesis, Nickles usa el teorema “No Free Lunch” para demostrar que las aproximaciones alternativas al darwinismo son limitadas pero no aplica dicho teorema al modelo de VC+RS. De aplicarlo debería colocarlo en el mismo nivel de generalidad a los otros, y no tendría a su favor los logros de la evolución natural u orgánica.

Siguiendo con sus argumentos, el rechazo a VC+RS no equivale al aceptar el argumento del diseño entendiéndolo por tal a que no puede haber un diseño sin un diseñador. Las consecuencias de “No Free Lunch” consisten según mi interpretación en negar su carácter general en el sentido que lo entendieron los epistemólogos evolucionistas.

Veamos en las propias palabras de Nickles a qué conclusión llega:

De este modo la tesis VC+RS (la necesidad de usar VC+RS en la investigación de frontera) es verdadera. Esto se sigue de los teoremas “No Free Lunch” cuando son relativizadas a nuestras situaciones epistémicas, esto es, al conocimiento relevante del dominio que poseemos más que a interpretarlas solamente como afirmaciones en relación a una realidad objetiva. Dado un dominio no conocido, los teoremas “No Free Lunch” no implican que ninguna regla es mejor que otra sino más bien que no podemos conocer cuales. (Nickles 2003)

En síntesis, para Nickles en estados de ignorancia sólo podemos operar ciegamente.

Este argumento, merece una aclaración, lo que propone no es una representación general y el método de VC+RS produciendo sucesivos espacios del problema. Supone más bien lo que en la literatura sobre programación evolutiva se denomina, programación genética. Es una variación sobre los programas y no sobre la información que colocaríamos en el nivel de espacio de datos. Es una variación sobre los métodos, producido por una elección aleatoria de métodos existentes o por una modificación sobre métodos ya existentes. Pero esto según entiendo, también cae en el ámbito de los “No Free Lunch”. La elección ciega de distintos métodos o la modificación ciega de los mismos son tan generales como los métodos sesgados. Esto obviamente sin contar la crítica clásica a la epistemología evolutiva de que no tiene en cuenta que la actividad científica es propositiva, tiene objetivos que de algún modo ya dan información acerca de la estructura del problema. Parecería que la situación que piensa Nickles como única alternativa es la de *serendipity* o de descubrimiento casual donde no hay un objetivo inmediato presente o donde se persigue un objetivo y finalmente se termina obteniendo algo distinto a lo esperado.

Para que un método tenga éxito, se necesita tener incorporada la información sobre la estructura del dominio. Es decir, que los métodos son dependientes del conocimiento de base, para poder superar en eficiencia a otros métodos en relación al mismo problema. Todo esto lo lleva a Nickles a afirmar que el esquema general para la resolución de problemas creativos es el consecuencialista y por ende no generativo. En otras palabras, la necesidad de tener información sobre la estructura del problema a resolver requiere de conocimiento sobre el mismo. Pero nuevamente, Nickles se equivoca al sostener que esto se sigue necesariamente de los teoremas, por el contrario desde ese lugar todos los esquemas son igualmente generales y no podremos reivindicar uno por sobre el otro. Un modelo consecuencialista de la investigación es igualmente general que un modelo generativo. Ambos tienen ventajas en algunos contextos y en otros no.

5. Conclusión

He tratado de presentar las consecuencias del teorema “No Free Lunch” tratando de contextualizar algunas discusiones filosóficas respecto al descubrimiento y a epistemologías ligadas al mismo. También he intentado mostrar las dificultades que presenta usar directamente estos resultados para favorecer una epistemología evolucionista tipo la de Campbell. Por último he tratado de justificar que lo que Nickles no consideró es que el mismo teorema “No Free Lunch” es una evidencia a favor de que se puede trabajar abstractamente cuestiones metodológicas, al estilo de una lógica de la indagación confiable de K. Nelly (Kelly 2000, Kelly 1996) y que este caso puede considerarse un ejemplo con interesantes consecuencias pragmáticas ya sea disparando investigaciones para la comprensión de la evolución o para que científicos prácticos de la computación mejoren la elaboración de algoritmos.

Las citas de Kauffman muestran también un cuadro más complejo de cómo se dan estos juegos entre algoritmos, teoremas sobre los mismos y descubrimiento científicos. Básicamente, entiendo al uso de Kauffman del teorema “No Free Lunch” como un disparador de futuras investigaciones de una epistemología *a priori* como entiendo que son las consecuencias del teorema “No Free Lunch” y donde la relación entre metodología y epistemología debe ser reconsiderada.

Bibliografía

- Culberson, J. (1996). *On the Futility of Blind Search* [Department of Computing Science The University of Alberta].
- Dembski, W. (2002). *No Free Lunch: Why Specified Complexity Cannot Be Purchased without Intelligence : Why Specified Complexity Cannot Be Purchased without Intelligence*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Feyerabend, P.. (1975). "Science' the Myth and Its Role in Society". *Inquiry* 18:167-81.
- Fogel, L. (1999). *Intelligence Through Simulated Evolution: Forty Years of Evolutionary Programming*. Wiley.
- Kantorovich, A. (1993). *Scientific discovery logic and tinkering*, State University of New York Press.
- Kelly, K. (2000). "Naturalism Logicized". En Nola, R. - Sankey, H.(eds.), *After Popper, Kuhn and Feyerabend: Current Issues in Scientific Method* (pp.177-210). Kluwer.
- Kelly, K.T. (1996). *The Logic of Reliable Inquiry*, Oxford-Univ-Pr.

- Kauffman, S. (2000). *Investigations*. Oxford University Press.
- Nickles, T. (2003). "Evolutionary Models of Innovation and the Meno Problem." En Shavinina, L. (Eds.) *The International Handbook on Innovation*. Elsevier: 54-78.
- Wolpert, D. - Macready, W. (1997). "The No Free Lunch Theorems For Optimization". *IEEE Trans.Evol.Comp* 1(1):67-82.

Visões convencionalistas de ciência

Sofia Inês Albornoz Stein[†]
Universidade de Caxias do Sul

O convencionalismo contemporâneo na filosofia da ciência nasceu em obras de cientistas e filósofos, tais como Henri Poincaré e Pierre Duhem. Proponho-me a investigar as características fundamentais das posições convencionalistas dos dois cientistas em relação à geometria e à física. Esse artigo tem como objetivo expor aspectos das filosofias da ciência desses autores, procurando mostrar por que Poincaré é chamado de convencionalista e quais os limites de seu convencionalismo e em que sentido ao holismo epistemológico de Duhem pode ser atribuída também essa denominação.

O convencionalismo é resultado em parte de revoluções teóricas ocorridas no berço da ciência no final do século XIX e sua tese fundamental é a de que é possível elaborar muitos sistemas teóricos diferentes para explicar o mundo, ou simplesmente para representá-lo, pois esses sistemas, mais especificamente seus enunciados, não seriam propriamente nem verdadeiros nem falsos, seriam instrumentos de representação, convencionais, nem verdadeiros *a priori*, nem tampouco *a posteriori*. Em Duhem, o convencionalismo vem combinado a uma posição holista que sustenta que não é possível confirmar ou refutar, ou meramente compreender, o conteúdo de uma hipótese científica independentemente de outras hipóteses ou enunciados de uma teoria da qual faz parte.

O convencionalismo em Poincaré

Poincaré trabalhou, enquanto matemático e físico, com geometrias não-euclidianas, fez aplicação delas. Segundo Donald Gillies (1993), é provável que Poincaré tenha começado suas reflexões acerca do convencionalismo durante sua investigação sobre as fundações da geometria e só então tenha estendido esta a outros ramos da ciência. Como Gillies enfatiza, citando a Putnam, o advento de geometrias não-euclidianas pode ser visto como um dos principais acontecimentos da história da ciência para a teoria do conhecimento. Durante mais de 2000 anos a geometria euclidiana foi considerada o único esquema aceitável de representação

[†] siastein@mac.com

do espaço e se viu de alguma forma ‘confirmada’ pelos desenvolvimentos da física, em especial pela teoria newtoniana (Gillies, 1993, p.75).

Na filosofia, ela se cristalizou enquanto referência na *Crítica da Razão Pura* de Kant. Kant acreditava que todos os enunciados matemáticos deveriam ser vistos como sintéticos *a priori*. *A priori* porque seriam necessários e a necessidade não poderia provir da experiência. Assim também os enunciados geométricos seriam *a priori*, seriam ‘necessariamente verdadeiros’. Além disso, enunciados geométricos seriam sintéticos, não poderiam ser alcançados por mera análise de conceitos, dependeriam, portanto, de um tipo de intuição pura *a priori* do espaço.

Desde pelo menos o séc. XVII foram efetuadas tentativas de dar suporte evidencial ao 5º axioma de Euclides, o axioma das paralelas, que afirmava só ser possível traçar por um ponto determinado uma linha paralela a outra dada. Foram em grande parte as tentativas de demonstração desse axioma, considerado não-evidente, que levaram à elaboração de ‘novas geometrias’. As duas alternativas ao 5º axioma seriam: 1. afirmar que não há linha paralela a outra qualquer; 2. que se pode traçar muitas linhas paralelas a uma linha determinada que passam todas pelo mesmo ponto (Gillies, 1993, p.78). A primeira alternativa é a sustentada na geometria de Riemann e a segunda na de Bolyai-Lobachevsky.¹ Porém percorreu-se um longo caminho desde a constatação da possibilidade de variações do 5º axioma até a admissão de geometrias alternativas. Com o uso da geometria de Riemann na física de Einstein nos anos entre 1915 e 1920, esta consagrou-se na ciência. Mesmo assim, como se sabe, a geometria euclidiana continuou tendo um uso muito difundido no cálculo de pequenas distâncias em campos gravitacionais fracos.

Quando foi publicado *A ciência e a hipótese* de Poincaré, em 1902, muitos cientistas viam as geometrias não-euclidianas como logicamente possíveis, mas não fisicamente reais (Gillies, p.86). Mesmo aceitando a possibilidade de geometrias alternativas, Poincaré, em 1902, acreditava na maior simplicidade da geometria euclidiana, na qual a curvatura do espaço é igual a zero, e por isso afirmava ser impossível a escolha de outras geometrias por parte dos físicos. Posição que se mostrou errônea na década de 1910.

Poincaré teve sua concepção da natureza da mecânica alterada de 1902 a 1904. Em relação à mecânica de Newton, em 1902, Poincaré inicialmente também afirmava serem suas leis convencionais e dificilmente refutáveis à luz da experiência, todavia não seriam *a priori*. Sustentou a convencionalidade de alguns princípios fundamentais da mecânica, como o princípio da inércia, que não poderiam ser contraditos pela experiência e, tampouco, pela sua simplicidade,

¹ A soma dos ângulos internos de um triângulo na geometria de Bolyai-Lobachevsky é sempre menor que 180° e na de Riemann maior.

evidência e generalidade, substituídos. Ou seja, Poincaré afirma deles mais do que a simples convencionalidade, ele afirma que, devido à certas características pragmáticas, que os tornaria muito especiais, não seriam substituídos. Porém, já em 1905, Poincaré admite, no seu livro *O Valor da Ciência*, que as leis da mecânica de Newton poderiam, sim, serem revistas à luz de experiências. Isso as tornaria certamente distintas das convenções da geometria, cujos limites seriam dados pela experiência, mas que não poderiam ser propriamente refutadas por experiências.

Poincaré baseou-se na época em um experimento de Kaufmann sobre ‘a massa de elétrons em alta velocidade emitidos por sais de radium’. Este experimento mostrou que havia variação de massa com o aumento da velocidade, que era um fenômeno eletrodinâmico. Apesar de não ser um experimento no qual fossem utilizadas as leis da mecânica, Poincaré concluiu que “as mesmas leis de variação de massa pela velocidade deveriam ser aplicadas na mecânica”. Se altera o princípio de Lavoisier de conservação de massa, alteram-se, por tabela, as leis de Newton (Gillies, 1993, p.63).

Portanto, a visão convencionalista de Poincaré se destaca primordialmente pela afirmação da possibilidade de construção de múltiplos sistemas geométricos, vinculados ao âmbito da matemática, portanto não-empíricos, porém que têm um tipo de elo com a maneira pela qual percebemos o mundo empírico. Poincaré, justamente por vislumbrar essa aparência em tanto dúvida dos sistemas geométricos, afirma que são ‘convencionais’, nem propriamente analíticos nem propriamente sintéticos.

Chamar, no entanto, a Poincaré de convencionalista simplesmente é rotulá-lo de forma apressada. Poincaré realmente deduz o caráter convencional das leis da geometria, porém, em relação às leis da física e às leis científicas em geral ele não atribui um caráter convencional em sentido forte. Poder-se-ia pensar que o caráter convencional da geometria fizesse parte da convencionalidade da matemática ou de hipóteses científicas em geral. Poincaré não sustenta nem a primeira nem a segunda tese. Poincaré afirma sobre a regra do raciocínio por recorrência utilizado na aritmética o seguinte: “Essa regra, inacessível à demonstração analítica e à experiência, é exatamente o tipo de juízo sintético *a priori*. Por outro lado, não se pensaria em ver nele uma convenção, como no caso de alguns dos postulados da geometria” (Poincaré, 1984 [1902], p.28), e conclui: “A indução matemática, isto é, a demonstração por recorrência, se impõe, ao contrário [da indução aplicada às ciências físicas], necessariamente, porque é, unicamente, a afirmação de uma propriedade do próprio espírito” (Poincaré, 1984 [1902], p.29).

Portanto, não é seu parentesco com a aritmética que atribui à geometria, segundo a posição de Poincaré, seu caráter convencional. É, poder-se-ia dizer, a

sua natureza mista, dependente em parte de como os homens sentem e se movimentam no mundo e em parte da força inventiva, livre, dos cientistas, que explica, segundo Poincaré, o caráter convencional (limitado) de geometria.

Porém, a geometria tampouco seria convencional porque seria semelhante a leis empíricas. Apesar de ter seu limite nas sensações, ou melhor, na forma em como homens sentem o mundo, a geometria não tem como objetivo alcançar, por sua natureza, como as ciências empíricas, o conhecimento da ‘única verdadeira realidade objetiva’, da ‘regularidade da natureza’ (Poincaré, 1995 [1905], p.8). Por acreditar no progresso científico, mesmo que sempre dependente da ‘inteligência humana’ e do ‘espírito que concebe a realidade’, que pode levar o homem a conhecer melhor o mundo, a harmonia universal do mundo, Poincaré adverte:

Algumas pessoas exageraram o papel da convenção na ciência; chegaram até a dizer que a lei e o próprio fato científico eram criados pelo cientista. Isso significa ir muito longe na via do nominalismo. Não, as leis científicas não são criações artificiais; não temos nenhuma razão para vê-las como contingentes, embora nos seja impossível demonstrar que não o são. (Poincaré, 1995 [1905], p.9)

O autor oscila entre um tipo de kantismo e um tipo de logicismo, ao afirmar, por um lado, a dependência do conhecimento em relação ao sujeito que conhece e às formas *a priori* que guiam o espírito na assimilação dos fenômenos, e, por outro lado, sustentar a crença na capacidade humana de conhecer a harmonia universal do mundo, que poderia ser expressa por leis matemáticas. O seu conceito de ‘realidade objetiva’, ‘o que é comum a muitos seres pensantes’, tenta resgatar a idéia de que a concepção da realidade depende dos sujeitos cognoscentes, porém a afirmação de um substrato comum entre pensamento e mundo ou natureza, representado pelas leis matemáticas e pela concepção de uma harmonia interna do mundo, demonstram uma tendência metafísica (não-transcendental) do pensamento de Poincaré.

Em que consiste propriamente a convencionalidade da Geometria? E por que ela se distingue da convencionalidade presente nas leis científicas? Para Poincaré, assim como se passa com o tempo, a noção de espaço tem sua origem na relação que o ser humano estabelece com o mundo. Para a noção de espaço, especificamente, é importante a relação que nosso corpo estabelece com os objetos exteriores: “Os movimentos que imprimimos aos nossos membros têm como efeito fazer variar as impressões produzidas sobre nossos sentidos pelos objetos exteriores” (Poincaré, 1995 [1905], p.54).

O movimento pode se dar apenas por parte do sujeito, o que é consequência de “mudanças internas, voluntárias e acompanhadas de sensações musculares” (1995 [1905], p.54) ou pode ser apenas observado devido a mudanças externas.

Um objeto externo pode mudar de posição em relação ao sujeito ou mudar de estado (p.54-55). O sujeito pode, movimentando-se, simplesmente mudar de posição em relação ao objeto ou também reestabelecer sua posição relativa a um objeto que tenha se deslocado. Além disso, pode mudar de atitude, mudar as posições de seu pescoço, braços, pernas, etc., de forma a continuar percebendo o objeto que se deslocou. Porém, sempre saberá quando o objeto mudou de lugar ou quando ele próprio o fez, pois ambas mudanças do sujeito, de posição e de atitude, serão sentidas, serão acompanhadas de sensações musculares correspondentes. É isso que leva Poincaré a dizer que algumas noções geométricas podem ser ‘constatadas’, antes mesmo de serem definidas teoricamente (1995 [1905], p.57).

Soma-se obviamente, ao movimento corporal, a sensação visual dos objetos, que nos informam, segundo Poincaré, “que é cômodo atribuir ao espaço três dimensões” (1995 [1905], p.61). Hans Reichenbach critica a concepção ‘subjetivista’ de Poincaré, que observa a gênese da tri-dimensionalidade do espaço em atividades fisiológicas:

Poincaré tentou encontrar uma fundação fisiológica para esse número; de acordo com ele, duas das dimensões se devem à imagem da retina, a terceira ao “esforço de acomodação e ao sentido de convergência dos olhos” (Poincaré, 1984 [1902], p.57). Mesmo se sua explicação fisiológica fosse sustentável, ela ignora completamente o fato de que o número 3 de dimensões representa primariamente um fato concernente ao mundo objetivo e que a função do aparelho visual se deve a um desenvolvimento de adaptação ao meio ambiente físico. (Reichenbach, 1958 [1927], p.274)²

Porém, segundo Poincaré, a utilidade e a comodidade (conveniência) da noção de espaço tridimensional gerada pela experiência motora e visual “não nos prova que o espaço tem três dimensões; prova-nos que é cômodo atribuir-lhe três” (1995 [1905], p.79). A experiência pode nos orientar a privilegiar um espaço geométrico de três dimensões “para que tenha tantas quantas tem o espaço representativo” (p.79), porém não há uma equivalência necessária entre ambos. O espaço representativo serviria de ‘modelo’ para o espaço geométrico, todavia “não há um modelo único que se imponha a ele; há ‘escolha’; ele [o espírito] pode escolher, por exemplo, entre o espaço de quatro e o espaço de três dimensões” (p.83). A experiência fornece indicações para essa escolha, mas não a determina.

É nessa brecha entre as indicações da experiência e o princípio de não-contradição que se constitui o espaço de liberdade de escolha do geômetra, que faz com que Poincaré observe as leis geométricas como espécies de convenções.

² Nossa tradução portuguesa da versão inglesa do texto.

Certos limites estão dados, e, portanto, as escolhas são ‘limitadas’, entretanto existe a liberdade de preencher a brecha de diversas maneiras possíveis, que devem, obviamente se mostrarem não só logicamente aceitáveis como também ‘cômodas’ (convenientes) para os desenvolvimentos científicos.

O convencionalismo em Duhem

Como complemento da visão de Poincaré do convencionalismo na geometria, temos, em Duhem, uma posição convencionalista em relação a teorias da física. Tal convencionalismo caracteriza-se principalmente por sustentar duas teses: 1.as experiências não determinam a escolha de uma teoria em relação a outra absolutamente, não há ‘experimentum crucis’, pois não há uma ‘correspondência’ entre teoria e realidade ou experiência da realidade; toda teoria é indeterminada, vaga, em relação a qualquer conjunto de experiências possíveis; 2.não há maneira de decidir sem sombra de dúvida qual lei de uma teoria está errada frente a uma experiência que ‘resultou em erro’, que não confirmou previsões da teoria em questão; toda teoria deve ser tomada como um ‘todo’ e avaliada enquanto tal.

Para Duhem (*La théorie physique, son objet et sa structure*, 1906), uma teoria da física não é uma representação exata do mundo. A impossibilidade de uma representação fiel se deve em grande parte ao próprio meio de representação: a linguagem simbólica que a efetua. A linguagem sintetiza, esquematiza, observações. Expõe, por meio de símbolos, aquilo que é tido como importante pelos cientistas. Interessante é perceber que, ao escolher certos traços do mundo acerca dos quais falar e ao escolher um tipo de linguagem para tanto, o cientista permite que outras interpretações dos mesmos sejam elaboradas, que os relacionem a outros aspectos do mundo e de forma diferente. A limitação própria da linguagem representativa, e própria à atividade do cientista, permite a geração de muitas teorias acerca dos mesmos acontecimentos.

É importante frisar que a física não trata de fatos brutos propriamente ditos: suas previsões descrevem de forma altamente teórica experiências da física. Obviamente a linguagem do cientista nasce de um confronto entre sujeito e mundo (observações, acontecimentos), todavia, após a elaboração de interpretações de fenômenos por meio de conceitos altamente teóricos, o discurso científico não versa mais sobre ‘fatos brutos’ ou ‘observações simples’, ele versa sobre ‘fatos científicos’, sobre ‘experiências científicas’, sobre fenômenos ou objetos científicos, descritos por conceitos ou noções altamente abstratos, como as noções de massa, de volume, noções matemáticas, etc.

O mais inovador, no entanto, da posição de Duhem é sua assertiva de que não se pode refutar hipóteses isoladas de teorias científicas. Assim como nenhuma teoria reproduz exatamente o mundo em todos os seus aspectos, também não é

possível mostrar a correspondência de uma hipótese científica a determinados fatos. A descrição de certos fatos pressupõe sempre um conjunto de hipóteses científicas. A não ocorrência de um determinado fato previsto por uma teoria não pode levar ao questionamento de apenas uma hipótese, mas sempre de um conjunto delas.

Segundo Duhem, Poincaré está enganado em considerar os princípios da mecânica um a um isoladamente. Hipóteses devem ser avaliadas experimentalmente em grupos e tampouco podem ser consideradas ‘simples convenções’ isoladas que não são afetadas pelo resultado de experimentos. Como afirma Gillies, “Duhem é classificado muitas vezes como um convencionalista em relação à sua filosofia da ciência, mas ele não é certamente um convencionalista no sentido de Le Roy e Poincaré” (Gillies, 1993, p.102).³ O que seria propriamente convencional na filosofia de Duhem seria a idéia subjacente à sua concepção de ciência de que teorias, apesar de refutáveis como totalidades, pelo menos temporariamente, podem ser escolhidas conforme a critérios pragmáticos e substituídas por outras devido aos mesmos critérios, não sendo possível afirmar que são verdadeiras, nem como totalidades, nem as suas partes, suas muitas hipóteses. Pode-se atribuir razão a Gillies, quando este nega o rótulo de convencionalista a Duhem, se pensarmos que a experiência de fato, segundo Duhem, pode contradizer teorias, o que não ocorreria propriamente se essas fossem convencionais. Porém, se ainda considerarmos como um tipo de convencionalismo aquele que não nega que possa ocorrer contradição entre experiência e convenções, de forma a essas deverem ser reconsideradas e, sim, que nega que se possa, à luz dessas experiências, decidir entre múltiplas possibilidades de explicação dos mesmos fenômenos, então Duhem sustenta um tipo de convencionalismo.

Poincaré versus Duhem

No cap. X de *Ciência e Hipótese*, As teorias da física moderna, Poincaré afirma:

Na história do desenvolvimento da física, duas tendências contrárias podem ser distinguidas. Por um lado, a cada momento, são descobertas novas relações entre objetos que pareciam destinados a permanecer isolados para todo o sempre; os fatos esparsos deixam de ser estranhos uns aos outros,

³ Para Gillies, a posição de Duhem deveria ser vista mais precisamente como um falsificacionismo modificado do que como um convencionalismo (1993, p.104).

tendem a se organizar numa grandiosa síntese. A ciência caminha em direção à unidade e à simplicidade. (1984 [1902], p.134)

Poincaré, portanto, contrariamente a Duhem, sustentava a crença em um progresso cumulativo da ciência empírica, não propriamente em direção a uma verdade absoluta, porém aproximada:

Toda lei particular será sempre apenas aproximada e provável. Os cientistas jamais ignoraram essa verdade; só que crêem, com ou sem razão, que toda lei poderá ser substituída por uma outra, mais aproximada e provável, mas que o mesmo movimento poderá continuar indefinidamente, se modo que a ciência, ao progredir, possuirá leis cada vez mais prováveis, e que a aproximação acabará por diferir tão pouco quanto quisermos da exatidão e a probabilidade da certeza. (1995 [1905], p.158)

A visão de Poincaré em relação às leis da física difere em principalmente dois sentidos da de Duhem: 1.leis isoladas podem ser aperfeiçoadas; 2.esse aperfeiçoamento significa um progresso em direção à verdade sobre o mundo, sobre os fatos, sobre as relações entre objetos. Àqueles aos quais chama de nominalistas, Poincaré retruca: “Por mais hábil que seja o trabalhador, sua liberdade é sempre limitada pelas propriedades da matéria-prima sobre a qual opera” (1995 [1905], p.147). Entretanto aproxima-se de Duhem ao analisar aquilo com o qual a ciência representa a matéria: os seus símbolos. Tanto matéria quanto linguagem estabelecem limites à ação do cientista, à sua imaginação (por um lado) e à sua compreensão e explicação dos fenômenos (por outro lado). Aquilo que há de convencional na ciência se deve primordialmente ao meio de comunicação humano: “tudo o que o cientista cria num fato é a linguagem na qual ele o enuncia” (1995 [1905], p.148).

Todavia, a mesma constatação da limitação inerente ao conhecimento devida à forma de nossa representação do mundo, leva Duhem a conclusões opostas às de Poincaré em relação às leis da Física:⁴

O caráter essencial de uma lei é a fixidez. Uma proposição só é uma lei porque, verdadeira hoje, ela ainda será verdadeira amanhã. Dizer de uma lei

⁴ Em relação às afirmações do senso comum, ambos concordam quanto à possibilidade de serem estas verdadeiras ou falsas. Duhem afirma: “... uma lei da física possui uma certeza muito menos imediata e muito mais difícil de apreciar do que uma lei do senso comum; mas ela ultrapassa esta última pela minuciosa precisão dos detalhes” (1989 [1894], p117).

que ela é provisória não é enunciar uma contradição? Sim, se se entende por leis aquelas que o senso comum nos revela, aquelas das quais se pode dizer, no sentido próprio da palavra, que são verdadeiras. Essa lei não pode ser verdadeira hoje e falsa amanhã. Não, se se entende por leis as leis que a física enuncia na forma matemática. Tal lei é sempre provisória; não que seja necessário entender por isso que uma lei da física é verdadeira durante um certo tempo e falsa em seguida, pois ela não é em nenhum momento nem verdadeira, nem falsa. Ela é provisória, posto que representa os fatos aos quais se aplica com uma aproximação que os físicos julgam atualmente suficiente, mas que deixará um dia de satisfazê-los. (Duhem, 1989 [1894], p.113)

Poincaré, por sua vez, apesar de sustentar que princípios científicos por vezes deixam de serem úteis e fecundos sem serem propriamente contraditos pela experiência —o que mostra sua compreensão da escolha de teorias devido a critérios pragmáticos, afirma que “não se deveria concluir daí que a ciência só pode fazer um trabalho de Penélope, que só pode erguer construções efêmeras que logo se vê forçada a demolir de cima a baixo, com suas próprias mãos” (1995 [1905], p.132). Uma nova mecânica não excluiria o uso de uma antiga, a complementar.

Referências bibliográficas

- Duhem, Pierre (1894), “Quelques Réflexions au sujet de la Physique Expérimentale”, *Revue des Questions Scientifiques*, XXXVI, p.179-229. (Versão portuguesa de Nivaldo de Carvalho, “Algumas reflexões acerca da física experimental”, *Ciência e Filosofia*, n.4, 1989, p.87-120.)
- Duhem, Pierre (1906). *La théorie physique, son objet et sa structure*. (Tradução alemã de Friedrich Adler, *Ziel und Struktur der physikalischen Theorien*, Hamburg: Felix Meiner Verlag, 1998.)
- Gillies, Donald (1993), *Philosophy of science in the twentieth century: four central themes*, Oxford & Cambridge: Blackwell.
- Poincaré, Henri (1902). *La Science et l'Hypothèse*. (Versão portuguesa de Maria Auxiliadora Kneipp, *A ciência e a hipótese*, Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1984.)
- Poincaré, Henri (1905). *La valeur de la science*. (Versão portuguesa de Maria Helena Franco Martins, *O valor da ciência*, Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.)

Reichenbach, Hans (1927). *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*. (Tradução inglesa de Maria Reichenbach e John Freund, *The Philosophy of Space & Time*, New York: Dover Publications, 1958.)

Una reflexión sobre las prácticas: acerca de una ontología minimalista de la ciencia

María C. C. Avendaño
Eduardo Sota
Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

En este trabajo se plantean, desde una perspectiva ontológica algunas reflexiones sobre la noción de “práctica” en McGuire y Tuchanska y en Bourdieu, con el propósito de clarificar en qué medida la concepción de la ciencia como un tipo de subpráctica, por parte de este último, puede contribuir a la construcción de una ontología hermenéutica de la ciencia, fundamentalmente en sus aspectos sociohistóricos. El estudio comparativo de estos trabajos está orientado a revisar algunos aspectos de la obra de Bourdieu para constatar si, efectivamente -como lo sugieren los primeros en relación con su teoría de los campos- sus reflexiones se mantienen en una visión óntica. El intento, por parte de los autores mencionados, de superar las antinomias que atraviesan la empresa científica a través del concepto de práctica, la importancia concedida a los aspectos histórico-sociales de la misma y, la tentativa de avanzar, aunque desde diferentes puntos de vista, más allá de una teorización dicotómica del conocimiento propia de un pensamiento reificador, justifican esta exploración. En relación con este último aspecto, ya Bachelard había señalado las dificultades propias de un pensamiento científico que procede por pares de opuestos. Se trata, entonces, de pensar sobre el trasfondo de las prácticas, sólo desde allí es posible poner en duda la existencia de las entidades. Para ello, es necesario pasar, como señalan Heidegger y Gadamer, de la epistemología a la ontología, ontología existencial para el primero, sociocultural para el segundo.¹

En este sentido, los trabajos de Bourdieu, McGuire y Tuchanska se destacan porque los conceptos forjados en su propuesta teórica consideran que la empresa científica como parte del mundo social tiene un carácter relacional. Si bien, como se analiza más abajo dicho carácter reviste un sentido diferente en los

¹ Como nota Weiner: “Ontology then becomes the excavation of epistemology, a cataloguing of the steps that are taken and the assumptions that are made to get a particular view of things” (Weiner 2001, p. 3).

autores considerados, éstos comparten, no obstante –en la línea trazada por Heidegger– el intento de poner en cuestión la dicotomía sujeto/objeto, a la cual no suponen como pre-dada. En relación a las entidades, tampoco pretenden un discernimiento teórico acerca de cómo tiene lugar su aprehensión sino que estiman a la actividad científica como un tipo de práctica. La oposición referida, propia del pensamiento postcartesiano –aunque sólo pone en evidencia la “estructura dualista” con base en la cual tiende a organizarse el campo del conocimiento filosófico- ha pretendido ser constituida, como apunta Bourdieu, en la oposición binaria de la metafísica occidental y como tal fija los límites de la discusión legítima (Bourdieu 1999, p. 47).

Así, como señala Heidegger, la cuestión ontológica acerca del significado de la “realidad” ha sido prioritaria, obstaculizando el desarrollo de una analítica existencial del *Dasein* dado que la realidad es sólo “una forma de ser entre otras”. De ahí que se hayan enlazado, tradicionalmente –dependiendo del realismo, el idealismo y de sus intentos de conciliación- el problema del sentido de la “realidad” con la cuestión de la “posible independencia de lo “real” “frente a la conciencia”, o de la “posible trascendencia de la conciencia hasta la “esfera” de lo “real”. En su analítica, Heidegger asigna al conocimiento el acceso a lo “real” –a los entes intramundanos- en tanto fundado en la constitución del ser-ahí (Heidegger 1951, pp. 222ss). Parte del problema es que la tradición no distingue entre el “mundo” (universo) como una totalidad de objetos y el mundo como el equipo y prácticas organizados en que se involucra el *Dasein*” (Dreyfus 1996, p. 271). Si lo que es conocido en los actos de entendimiento no es un puro sujeto ni un puro objeto, sino un “sujeto-conociendo-un-objeto” entonces “las cosas son correlativas de nuestra práctica”. Por otra parte, la analítica del *Dasein* brindaría la orientación para caracterizar a “los otros”, los cuales son definidos en *El ser y el tiempo* como “aquellos de los cuales *no* se distingue uno mismo, entre los cuales es también uno [...] En razón de este concomitante “ser en el mundo” es el mundo en cada caso ya siempre aquel que comparto con los otros. El modo de ser del “ser ahí” es “ser con” otros. El “ser en sí” intramundano de éstos es “ser ahí con” (Heidegger 1951, pp. 134-35).² En este marco, McGuire y Tuchanska, se proponen pensar la articulación entre nuestro ser que es “ser-conjuntamente-en el mundo” (con las entidades humanas y no humanas) y nuestros modos constitutivos de entendimiento. De modo que “nosotros y nuestro mundo somos complementarios y equiprimordiales”.

A diferencia de la fenomenología hermenéutica de la ciencia, McGuire y Tuchanska, no parten de considerar que haya un fenómeno de conocimiento

² La importancia de comprender al “ser ahí” como “ser con”, como modalidad de su ser y, por lo tanto, su carácter ontológico es señalado reiteradamente en *El ser y el tiempo* (Heidegger 1951, pp. 136 y 339), por ejemplo.

científico que requiera de una nueva interpretación hermenéutica. Proponen, por el contrario, una investigación ontológica y socio histórica en el modo humano, comunal, de ser en el cual el conocimiento científico tiene su base y al cual pertenece; comunal en tanto “las estructuras ontológicas de nuestro ser son la interrelación y la participación” (McGuire, J. y Tuchanska 2000, pp. 1-2).

A continuación, se examinan: las aproximaciones óptico/ontológica a la cognición; la oposición sujeto/objeto de conocimiento; las categorías ontológicas de interrelación y participación y la subcategoría de situación (*situatedness*); asimismo, con el fin de conceptuar los aspectos sociales y comunales de la actividad social se recurre al examen de la noción de práctica. Luego del análisis de los aspectos especificados, se evalúa si puede considerarse que, en la obra de Bourdieu, más precisamente en su propuesta de una teoría de la acción, se encuentran elementos que permitan hablar de una ontología minimalista de la ciencia. Desde este punto de vista Bourdieu, ya en *Outline of a Theory of Practice*, inquiriere sobre las condiciones bajo las cuales las propiedades objetivas de las instituciones sociales adquieren su objetividad y acerca de qué hemos de conocer, de los modos humanos de ser en el mundo, antes de que podamos propiamente estimar las características de alguna teoría social, juicio o clasificación, incluyendo aquellos que realizan los científicos sociales.³

Una mirada ontológica a las “prácticas”

Pensando críticamente con Heidegger contra Heidegger (atentos al *dictum* de Bernstein), McGuire y Tuchanska -interesados en el carácter ontológico del concepto heideggeriano de comprensión como forma original de comprensión del *Dasein*- hacen pie en la distinción heideggeriana entre los niveles óptico y ontológico. Las aproximaciones ópticas al conocimiento conservan la dicotomía sujeto/objeto, ocupándose con entidades y hechos o con eventos y procesos, todos los cuales son entendidos de modo objetivante. La visión ontológica posibilita problematizar dicha dicotomía dirigiéndose a un nivel más básico, aquél que se ocupa de “los rasgos, estructuras, y condiciones de lo subjetivo y lo objetivo” y del “entero espectro de relaciones entre ellos”, los cuales son constitutivos de toda actividad humana, incluyendo la científica.

³ En este sentido, ya Heidegger había señalado la necesidad de una ontología previa al trabajo científico: “Conceptos fundamentales son aquellas determinaciones en las cuales se alcanza el dominio de cosas que sirve de base a todos los objetos temáticos de una ciencia, una investigación previa y directiva de toda investigación positiva” (Heidegger 1951, p 20).

Mientras que para Heidegger, las perspectivas ónticas y ontológicas, se corresponden con la estructura existencial del *Dasein*⁴, para McGuire y Tuchanska se ubican en “las estructuras de nuestro modo comunal de ser entendido como práctica” y se revelan al análisis hermenéutico puesto que están incorporados en fenómenos locales, históricos y socioculturales (McGuire y Tuchanska 2000, p. 8), es decir, se trata de pensar la interdependencia entre el *Dasein* y lo sociocultural⁵. Es en relación con esta última cuestión que, dichos autores, recurren a la crítica de Gadamer de la visión heideggeriana, la cual les posibilita reemplazar el concepto de “ser-en-el-mundo” por el de “ser-en-una-cultura”, concepto que abarca lenguaje, tradición e historia (McGuire y Tuchanska 2000, p. 72). No realizar este desplazamiento supondría pensar la ciencia como un modo de ser del *Dasein*, no de las comunidades científicas, y obstaculizar la articulación de una perspectiva ontológica de las actividades de la ciencia como prácticas sociales⁶.

De allí que, el concepto de práctica, esté comprometido con la idea de un círculo óntico-ontológico y una analítica del *Dasein* deba ser anterior a toda ciencia. “Aun cuando, desde una perspectiva óntica, la ciencia debe ser entendida como estructurada por diferentes factores –por ejemplo, valores y reglas metodológicos, protocolos de interacción social, constreñimientos impuestos por su objetivo y condiciones históricas en una *sociedad* humana; desde una perspectiva histórico ontológica la investigación científica aparece como un elemento de nuestro hacer global.” (McGuire y Tuchanska 2000, p. 9). Por lo tanto, las actividades científicas no pueden ser consideradas, desde una perspectiva ontológica, sin examinar su historicidad o ubicación (*situatedness*) o su pertenencia a la práctica como modo humano, comunal, de ser. Hecha esta salvedad, McGuire y Tuchanska, retoman tanto el carácter holístico de la

⁴ De ahí que “la *ontología fundamental*, única de la que pueden surgir todas las demás, tenga que buscarse en la *analítica existencial del “ser ahí”*” (Heidegger 1951, p. 23).

⁵ Weiner interpreta que, en la medida en que Heidegger no está guiado por intereses antropológicos, no prioriza lo social sino que lo considera como un componente del ser, en relación con la totalidad de la posición del hombre en el mundo; (2001, p. 82). Como nota Dreyfus, para Heidegger las “culturas, como así también los humanos existen; sus prácticas contienen una interpretación de lo que significa ser una cultura” (*op. cit.*, p. 16).

⁶ Por otra parte, en el tema que interesa a este trabajo, es claro que Heidegger difiere de Bourdieu en cuanto al enfoque y nivel de análisis pues, como Heidegger apunta, en relación al *cogito sum* cartesiano: “La analítica plantea la cuestión ontológica del ser del *sum*. Únicamente determinando este ser, resulta apresable la forma de ser de las *cogitaciones*”. Por ello, al deslindar la analítica existencial respecto de la antropología, la psicología y la biología, refiere a la necesidad de una ontología, la cual “epistemológicamente” es una operación insuficiente de toda necesidad” (Heidegger 1951, pp. 57-58).

propuesta heideggeriana cuanto la circularidad de la comprensión⁷: permanecer en un nivel óntico, en modelos objetivantes, supone negar los aspectos ontológicos, su articulación en el círculo óntico-ontológico que caracteriza las interrelaciones entre la experiencia objetivante y los aspectos ontológicos de la existencia situada, la cual posibilita nuestras pretensiones ónticas sobre el mundo (McGuire y Tuchanska 2000, pp. 22-23).

De este modo la cognición se fundamenta, en un nivel óntico, en nuestro ser-en-el-mundo mientras que, ontológicamente, se halla condicionada por las estructuras del ser, especialmente por la temporalidad del *Dasein*, temporalidad que Gadamer no deja de resaltar en su construcción de una hermenéutica ontológica e historicista al reemplazar la oposición óntico/ontológica por la óntico/histórica (Gadamer 1988).

Una filosofía de la acción

En *Razones Prácticas*, Bourdieu distingue dos aspectos que hacen a su formulación filosófica y que le posibilitan sistematizarla en las que denomina una filosofía de la ciencia y una filosofía de la acción, orientadas a superar la oposición subjetivismo/objetivismo, aspectos que son pensados sólo como momentos del análisis, despejando el camino para abordar la práctica científica. En relación con la primera, refiere a una filosofía relacional propia de la ciencia moderna –rasgo puesto de relieve tanto por Cassirer cuanto por Bachelard- cuyo acento está colocado en las relaciones, entendiendo por éstas las “*relaciones objetivas* que no se pueden mostrar ni tocar con la mano y que hay que conquistar, elaborar y validar a través de la labor científica.”

El segundo aspecto apunta a una filosofía de la acción que parte de “las potencialidades inscritas en el cuerpo de los agentes y en la estructura de las situaciones en las que éstos actúan o, con mayor exactitud, en su relación.” (Bourdieu 1997, p.7). Esta filosofía se centra en los conceptos de *habitus*, campo y capital y en la interrelación entre los dos primeros así, la actividad científica, por ejemplo, es la resultante de las disposiciones que regula el *habitus* del campo y de las determinaciones impuestas por el campo científico, las cuales tienen un carácter histórico y se relacionan con otros campos.

⁷ Heidegger, introduce la idea de círculo hermenéutico con el fin de explicitar cómo la interpretación se mueve dentro de lo comprendido: “No se trata pues de ajustar el comprender y la interpretación a un determinado ideal de conocimiento que no es el legítimo sino una variedad del comprender que se ha metido en la legítima, pero ardua empresa de apoderarse de lo “ante los ojos” en su esencial “incomprensibilidad”, este círculo es expresión de la estructura existencial de las prácticas, o sea del “*previo*” peculiar al “ser ahí” mismo (Heidegger 1951, p. 171).

La filosofía relacional de la ciencia tiende a fundamentar el momento objetivista de la investigación, en tanto la filosofía de la acción se propone justificar la reintroducción -luego del examen objetivista y de la “ruptura epistemológica” con las “pre-nociones”- de la experiencia de los agentes. Acuerda, en este punto, con Heidegger para el cual la relación sujeto/objeto presupone un conocimiento cotidiano, involucrado en prácticas producto de nuestra socialización.

Bourdieu, en su construcción de una ciencia de la práctica no se conforma con superponer una fenomenología y una topología social sino que, como nota Wacquant, considera necesario “sacar a luz los esquemas perceptuales y evaluativos que los agentes introducen en su vida cotidiana”. En la línea de Durkheim y Mauss, se orienta a pensar que los esquemas cognoscitivos derivan de los sistemas sociales de modo que “si las estructuras de la objetividad del segundo orden (el habitus) son la versión incorporada de las estructuras de objetividad del primer orden, entonces el análisis de las estructuras objetivas encuentra su prosecución lógica en aquél de las disposiciones objetivas” (Bourdieu, P. y Wacquant 1995, p. 21).

Atributos del pensamiento práctico

Al igual que McGuire y Tuchanska, Bourdieu, como se ha dicho más arriba, recurre a Heidegger y Gadamer con el fin de tomar, de modo selectivo, elementos para fundamentar su teoría de la acción en la idea que, en la medida en que estos filósofos son hostiles a la tradición racionalista, han “podido enunciar algunas de las propiedades del pensamiento práctico, con un propósito de rehabilitación de la tradición contra la fe exclusiva en la razón” (Bourdieu 1999, p.111).

Heidegger desde su perspectiva analítico existencial, como luego Bourdieu en su teoría de la práctica, pone en cuestión la posibilidad de hacer totalmente explícito el “previo” propio del *Dasein* y sostiene que las prácticas sólo son efectivas si se mantienen en el trasfondo. Para la ontología heideggeriana, la comprensión del ser se encuentra en la comprensión de dichas prácticas, prácticas que por constituir la cotidianidad del “término medio” la modalidad ónticamente “inmediata” del *Dasein* no han sido tomadas en consideración: “Lo ónticamente más cercano y conocido es lo ontológicamente más lejano, desconocido y constantemente pasado por alto en su significación ontológica” (Heidegger 1951, p. 55-56). Se trataría, pues, de interpretar la interpretación ya presente en las prácticas (Dreyfus 1996, p. 24). En suma, el suelo último de la inteligibilidad reside en el trasfondo compartido de prácticas significativas.

McGuire y Tuchanska piensan que la “interrelación” (*interrelatedness*) con otras entidades es un rasgo ontológico primordial de todo ser y es, asimismo, condición de la relación que a un nivel óptico establecemos entre distintas entidades, cosas empíricas y acciones, por lo tanto también entre sujeto/objeto de conocimiento (McGuire y Tuchanska 2000, p. 101). A diferencia de ellos, Bourdieu, en su filosofía relacional, concibe el concepto de “relación” como un “conjunto de relaciones invisibles”, relaciones objetivas “irreducibles a las interacciones en las cuales se manifiestan” (Bourdieu 1993, pp. 130-31). Por lo tanto, se trata de una aproximación óptica que rige la tarea de objetivación del científico y que entiende las relaciones como una estructura, fase ineludible de toda investigación. No podría objetársele un realismo de la estructura dado que piensa la estructura, las relaciones, como realidades que corresponden a la historia del individuo y de los grupos recurriendo, además, a la filosofía de la práctica para evitar una recaída en el subjetivismo al modo de la fenomenología social (Bourdieu 1991, p. 92).

Por otra parte, McGuire y Tuchanska advierten que Bourdieu se ve en la necesidad de pensar una estructura estabilizante para asegurar la configuración de los campos (McGuire y Tuchanska 2000, pp. 43-44), lo cual no le permitiría sobrepasar el aspecto óptico. Luego de la aproximación realizada en este trabajo, se entiende que es posible afirmar que Bourdieu esboza el principio de una acercamiento ontológico también cuando sostiene, por ejemplo, que “la relación con el mundo es una relación de presencia en el mundo, de estar en el mundo, de estar poseído por él, en la que el agente ni el objeto se plantean como tales” (Bourdieu 1999, p. 186).

Con base en esta filosofía relacional, Bourdieu elabora una teoría de la acción, desarrollando los conceptos centrales de campo⁸, *habitus* y capital, conceptos asociados a ambas, que le permiten abordar la noción de práctica. La noción de espacio supone una aprehensión relacional del mundo social como realidad no visible que estructura las prácticas, “espacio de diferencias” en tanto “los seres aparentes, directamente visibles, trátense de individuos o de grupos, existen y subsisten en y por la *diferencia*, es decir en tanto que ocupan *posiciones relativas* en un espacio de relaciones que, aunque invisible y siempre difícil de manifestar empíricamente, es la realidad más real (el *ens realissimum*) y el principio real de los comportamientos de los individuos y de los grupos”. Este

⁸ Como puntualiza Dreyfus, Heidegger denomina “gobernación inconspicua (*Waltens*)” el modo inadvertido en que el claro gobierna la actividad. Para entender las acciones humanas, se debe tomar en cuenta esta causalidad gobernante y la causalidad intencional (subjetiva) y física (objetiva). Por ello, apunta que el concepto de campo de Bourdieu es un modo de recalcar “la forma en que las prácticas sociales rigen cuáles acciones se manifiestan como posibles, es decir, qué tiene sentido llevar a cabo” (Dreyfus 1996, p. 210).

espacio social global es descrito como un *campo* tanto de fuerzas cuanto de luchas (Bourdieu 1997, 47-49). Mientras que el *habitus* es un operador de la racionalidad práctica, “una matriz generativa históricamente constituida”. Los conceptos de *habitus* y *campo* son, a su vez, relacionales “sólo funcionan en plenitud el uno en relación con el otro” (Bourdieu y Wacquant 1995, p. 25).

Entre los elementos de las interrelaciones del ser, McGuire y Tuchanska, retoman el concepto heideggeriano de “situación” o “localización” (*situatedness*),⁹ rasgo de las entidades que posee un carácter ontológico, pues esta categoría apunta a que todo ser está situado, esto es, siempre nos encontramos en un lugar, en una situación, aquello que hacemos lo hacemos en un contexto particular. Ser, es siempre ser-con, en una situación, sitio, lugar o mundo. Las relaciones de “distancia” y “cercanía”, no son primariamente geométricas, no son ónticas sino ontológicas, esto es, definidas con referencia al ser humano. En tanto, la localización espacio-temporal alude a una manifestación óntica de la situación.¹⁰

Por su parte, Bourdieu al igual que Heidegger (Heidegger 1951, p. 66), habla de “lugar” en dos sentidos diferentes al afirmar que “estoy, con el mismo título que las cosas situado en un lugar y ocupo un sitio en los espacios físico y social”, el primero supone una aproximación ontológica y el segundo un punto de vista óntico. En el primer sentido, define “lugar”, *tópos*, de modo absoluto como “el espacio donde una cosa o agente “tiene lugar”, existe, en una palabra como localización”. En el segundo sentido, lo piensa ónticamente “relacionalmente, topológicamente, como una posición, un rango dentro de un orden” (Bourdieu 1999, p. 175).

Por lo tanto, Bourdieu, McGuire y Tuchanska, en continuidad con el pensamiento de Heidegger, consideran que la situación o lugar incluye el contexto social -las prácticas sociales- como fundamento último de la inteligibilidad. Bourdieu, además, retoma a Heidegger acentuando lo social a través del cuerpo, así: “La idea de individuo separado se basa, de forma absolutamente paradójica, en la aprehensión ingenua de lo que “es percibido de nosotros desde fuera”, y “se puede coger y es sólido”, es decir, “el cuerpo” (Bourdieu 1999, p. 175). El *Dasein* está disperso en un cuerpo, sólo existe en su concreción fáctica. Por ello, es el conocimiento por el cuerpo el que avala la comprensión práctica del mundo, “el agente tiene una comprensión inmediata del mundo familiar porque las estructuras cognitivas que pone en funcionamiento son el producto de la incorporación de las estructuras del mundo en el que actúa, porque los instrumentos de elaboración que emplea para conocer el mundo están elaborados por el mundo [...] hablar de

⁹ Para Heidegger, *situatedness* es otra denominación para “el claro”.

¹⁰ En *El Ser y el tiempo*, Heidegger trata ampliamente la espacialidad constitutiva del *Dasein* (1951, pp. 116-129).

disposición significa [...] una predisposición natural de los cuerpos humanos” (Bourdieu 1999, p. 180).

Finalmente, cabe acotar que para conceptuar la actividad social, comunal, McGuire y Tuchanska recurren a los conceptos de *praxis* y *poiesis*, en una reinterpretación de la interpretación heideggeriana de las determinaciones aristotélicas de *praxis*, *poiesis* y *theoria*. Heidegger considera dichas nociones como si fueran sólo modalidades de ser, omitiendo al considerar la *praxis* sus dimensiones plurales y políticas (McGuire y Tuchanska 2000, p. 113). McGuire y Tuchanska, afirman que tanto las cosas cuanto las instituciones, en la medida en que configuran a los hombres, no son estructuras previas a los mismos sino resultantes de su actividad. En consecuencia, la *práctica* es considerada como el modo de ser de la actividad humana y tiene un sentido holístico. Si la práctica es el modo de ser de las comunidades, la participación en la práctica es el modo de ser de los individuos. Se trata de otro círculo óntico-ontológico: aquí, retomando los aspectos óntico y ontológico del concepto heideggeriano de *praxis* consideran que, desde un punto de vista ontológico, la práctica es la estructura de un modo de ser, mientras que desde una aproximación óntica, refiere a prácticas específicas, es decir, la práctica es la totalidad (histórica y social) de las *subprácticas* realizadas por diferentes comunidades (McGuire y Tuchanska 2000, pp. 115 ss.).

En su análisis del conocimiento práctico que vincula al agente con el mundo social, Bourdieu lo describe por analogía con la *orthé doxa* platónica (opinión recta) y con la *phronesis* (Bourdieu y Wacquant 1995, p. 88), saber propio de la determinación aristotélica de la *praxis* que es, para Aristóteles, el saber que el hombre tiene de sí, la racionalidad responsable que dirige la *praxis*. El principio del conocimiento práctico no es el *Dasein* sino “el sentido práctico del *habitus* habitado por el mundo que habita, *pre-ocupado* por el mundo donde interviene activamente, en una relación inmediata de implicación, tensión y atención, que elabora el mundo y le confiere sentido.” Por ello, el agente se halla inmerso en el mundo, lo comprende como evidente, “lo habita como si fuera un hábito o un hábitat familiar. Se siente como en casa en el mundo porque el mundo está, a su vez, dentro de él en la forma del *habitus*”. En tanto que resulta de la incorporación de “un *nómos*, un principio de visión y división constitutivo de un orden social o un campo, el *habitus* engendra prácticas inmediatamente ajustadas a ese orden” (Bourdieu 1999, p. 188). Estas acotaciones sobre la práctica suponen un principio de reflexión ontológica en la construcción sociohistórica de la teoría de la acción de Bourdieu, en la cual considera a la práctica en sus aspectos sociales y al *habitus* en su historicidad.

Por lo tanto, puede acordarse con Weiner cuando supone que no es en la caracterización de la socialización en sí misma, o en el método fenomenológico, que la diferencia entre Heidegger y Bourdieu puede ser encontrada. Ambos escriben

acerca de los modos de ocultamiento que se encuentran en la subjetividad y las implicaciones de este encubrimiento, socialmente generado, en el ejercicio de la libertad y la autonomía humanas (Weiner 2001, pp. 7-8).

McGuire y Tuchanska, acuerdan con Heidegger y Gadamer, en no estimar a la ciencia como un fin en sí misma y en la necesidad de pensar sus condiciones y límites no como un tipo de cognición, sino en el modo humano de ser al cual pertenece el conocimiento científico. Asimismo, afirman que, en general, “la *investigación científica* es uno de los varios modos de ser humano, pero es un modo de ser de comunidades y sólo de forma derivada de individuos” (McGuire y Tuchanska 2000, p. 148). Para Bourdieu, desde una perspectiva más histórico-sociológica, la práctica científica, como las otras prácticas, es el resultado del encuentro entre dos historias: una historia incorporada en la forma de disposiciones –que hace aún de lo individual algo social- y una historia objetivada por la estructura misma del campo científico y por los objetos técnicos (instrumentos, escritos, etc.). El *habitus* es, entonces, un *métier*, un sentido práctico de los problemas a tratar, de las maneras adaptadas a su tratamiento, de allí que el *habitus* científico sea considerado por Bourdieu como teoría realizada, incorporada (Bourdieu 2001, pp. 72ss.).

Conclusiones

Luego del examen de las categorías de “relación”, “lugar” y “prácticas” y de los conceptos centrales asociados a las mismas, es posible concluir que puede hablarse en la obra de Bourdieu de una reflexión ontológica. Esto dicho en el sentido de que logra reencontrar, en el trabajo epistemológico, el primado de la ruptura sobrepasando el estado óntico para encontrar el de una ontología minimalista de la ciencia.¹¹

Así, en contraposición al individualismo metodológico que concibe al sujeto como *locus* de representaciones internas y dando por supuesto que la comprensión se identifica con éstas y las operaciones que efectuamos sobre ellas, Taylor cita otra tradición para la cual “situar nuestra comprensión en las prácticas es entenderla como *implícita en nuestra actividad* y, por tanto, como excediendo de lejos todo aquello con lo que llegamos a formarnos representaciones [...] Nuestra misma comprensión está encarnada. Nuestro saber hacer corporal, y nuestro modo de movernos y de actuar, pueden codificar aspectos de nuestra comprensión del yo y del mundo” (Taylor 1997, p. 226-27).

¹¹ Javeau observa la existencia de una ontología en Bourdieu, lamentablemente se trata de una breve referencia. Javeau, C., “Bourdieu et le relativisme dans la construction des propositions a prétension scientifique” (2002, p. 254).

De ahí que la consideración de los seres humanos como seres que se auto-interpretan requiere comprender sus prácticas en relación con el círculo hermenéutico de significados de trasfondo, trasfondo compartido de prácticas significativas, en tanto que la ciencia supone sólo “la circularidad que se logra al trabajar dentro de una proyección teórica” (Dreyfus 1996, p. 223). La comprensión de las prácticas cotidianas de trasfondo –aún cuando los científicos también viven entre ellas- no son esenciales para reconocer los objetos de la teoría, para ello los científicos recurren a las sub-prácticas científicas que rigen en el campo científico en el cual se incluyen sus prácticas específicas.

Para Bourdieu, esto obedece a esquemas o taxonomías prácticas expresados en pares dicotómicos que regulan aquello que es adecuado hacer y cómo hacerlo, aquello que va junto con lo otro y separado de tal otro. Estas taxonomías prácticas funcionan como reglas, lo que otorga a las prácticas las regularidades que exhiben, y esto rige tanto para el agente social ordinario como para el científico social el que, en todo caso, inmerso en el mismo presupuesto ontológico de las prácticas puede, a lo sumo, llevar a cabo una práctica de segundo orden, esto es, una práctica reflexiva, una ‘objetivación’ de sus propios productos científicos, que no escapa a las propiedades comunes a toda práctica. Es decir, la ciencia misma, en tanto sistema simbólico está encarnada en relaciones de poder que funcionan como estrategias dentro de campos de lucha por el reconocimiento y la legitimación.

Referencias

- Bourdieu, P., *Meditaciones pascalianas*; Barcelona, Anagrama, 1999.
Bourdieu, P., *Razones prácticas*; Barcelona, Anagrama, 1997.
Bourdieu, P., *Cosas Dichas*, Barcelona, Gedisa, 1993.
Bourdieu, P., *El sentido práctico*, Madrid, Taurus, 1991.
Bourdieu, P. y Wacquant, L., *Respuestas: por una antropología reflexiva*; México, Grijalbo, 1995.
Bourdieu, P., *Science de la science et reflexivité*, Paris, Raisons d’agir, 2001.
Dreyfus, H., *Ser-en-el-mundo*; Chile, Ed. Cuatro Vientos, 1996.
Gadamer, H., *Verdad y método*; Barcelona, Ed. Sígueme, 1988.
Heidegger, M., *El ser y el tiempo*; México, FCE, 1951.
Javeau, C., “Bourdieu et le relativisme dans la construction des propositions a pretensión scientifique” in *Revue Intenationale de Philosophie*; Vol. 56, 220, 2/2002.
McGuire, J. Y Tuchanska, B., *Science Unfettered*, Ohio University Press, 2000.
Taylor, Ch., *Argumentos filosóficos*, Paidós, Bs. As., 1997.
Weiner, J., *Tree Leaf Talk: A Heideggerian Anthropology*; New York, Berg, 2001.

La fortaleza del internalismo en las visiones contemporáneas del desarrollo científico *

Celia Baldatti
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

1. Introducción

La pregunta que orienta este trabajo es: ¿está realmente saldada la controversia internalismo-externalismo en los distintos abordajes disciplinarios que se han adoptado para analizar la evolución y la práctica de las ciencias? En este sentido, un innovador como Kuhn, en sus críticas a las limitaciones del positivismo y del empirismo lógico vigentes en la época en que publicara *La Estructura de las revoluciones científicas* (1962), ¿introdujo realmente a la historia en el estudio de la ciencia? O bien, por el contrario: ¿no fue fundamentalmente una versión internalista de la historia la que adoptó en su análisis de la actividad científica? Y si a pesar de estas críticas fundamentales, perviven en distintos grados visiones más o menos internalistas de las prácticas científicas, ¿cómo encarar “lo social” en relación con estas? Intentaremos ofrecer algunas respuestas.

2. Kuhn y la *Estructura*

El primer capítulo de la *Estructura* se titula “Un papel para la historia”. Allí Kuhn plantea que el tipo de relato de los libros de texto científicos, al ceder inevitablemente a objetivos pedagógicos y persuasivos, han contribuido a generar una visión del proceso histórico de la evolución científica como una serie continua de hechos, teorías y métodos, éxitos y fracasos, que concurren a la acumulación y progreso del conocimiento. Señala entonces la necesidad de “poner de manifiesto la integridad histórica de la ciencia en su propia época”. En ese sentido define dos tipos de práctica científica, la de “ciencia normal” y la de “ciencia revolucionaria”,

* Este trabajo es una reelaboración de parte de la monografía correspondiente al Seminario de Doctorado “Thomas Kuhn y los Estudios Sociales de la Ciencia”, dictado por el Dr. Ricardo Gómez en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en el año 2002.

surgida esta última como consecuencia de las limitaciones del paradigma vigente, el cual no alcanza a explicar problemas y anomalías puestos de manifiesto en su propio seno. Ello da lugar a la aparición de un nuevo paradigma, inconmensurable con el anterior, que lo sustituye. En ambas situaciones, la de ciencia normal y la de ciencia revolucionaria, hay progreso.

Se advierte que Kuhn mantiene un enfrentamiento con la tradición positivista, en donde la centralidad del análisis está puesta en la logicidad y en los métodos aplicados y en conceptos tales como “criterios de demarcación”, “contexto de descubrimiento”, “contexto de justificación”, que a su entender no alcanzan para explicar la dinámica del proceso real de construcción del conocimiento científico. Polemiza con Popper afirmando que en la realidad, en su práctica cotidiana, los científicos no aplican el “método crítico” proclamado por aquél. En la *Estructura*, entonces, se manifiesta contra una conceptualización “acumulativa” de la ciencia, dando un lugar fundamental a los cambios revolucionarios.

3. Los marcos conceptuales kuhnianos

Pero la historicidad que Kuhn introduce como nuevo ingrediente para explicar estos procesos históricos está referida fundamentalmente a los cambios de marcos conceptuales, epistémicos, que caracterizan el tránsito de un paradigma a otro. No hay referencias explícitas al papel que pueden cumplir fenómenos pertenecientes a contextos más amplios: económicos, políticos, religiosos, culturales, etc. La conexión entre los cambios producidos en estos niveles y su posible influencia en los cambios operados en el ámbito epistémico está débilmente descrita y contemplada. Le otorga centralidad en estos procesos al rol de las comunidades científicas (el conjunto de practicantes de una misma especialidad) como sujeto fundamental del desarrollo de la ciencia, pero apenas hace mención a la influencia de los factores autobiográficos de sus integrantes, a las condiciones socioculturales y políticas imperantes, etcétera.

Por otra parte, Kuhn plantea que la garantía de progreso en ciencia está ligada a la conformación de las comunidades científicas en tanto comunidades aisladas, de fuerte cohesión interna alrededor del paradigma o de los paradigmas vigentes, y que dicho aislamiento permite que sus actividades conduzcan al éxito, concebido éste como resolución de enigmas. Afirma: “Debido a que trabaja sólo para una audiencia de colegas que comparten sus propios valores y sus creencias, el científico puede dar por sentado un conjunto único de normas.” (Kuhn, 1971, p. 253). Y también: “Lo que es todavía más importante, el aislamiento de la

comunidad científica con respecto a la sociedad, permite que el científico individual concentre su atención en problemas sobre los que tiene buenas razones para creer que es capaz de resolver.” (Kuhn, 1971, p. 253).

Esta caracterización por Kuhn de la comunidad científica está teñida de una concepción internalista de la actividad que ella realiza. Si bien avanza sobre la caracterización popperiana de la ciencia como actividad centrada en el cumplimiento de principios lógicos y evidencias empíricas, es decir, de una epistemología sin sujeto cognoscente, al introducir su noción de comunidad científica *aislada* como actor fundamental en el proceso de construcción del conocimiento, comparte en cierto sentido los puntos de vista de Ben-David y Merton sobre la independencia y autonomía relativas de las prácticas científicas con relación a la estructura social circundante.

El entorno histórico-social en donde estas prácticas científicas se llevan a cabo aparece así en el pensamiento de Kuhn como un marco histórico espacial de contención de un tipo de actividad que se rige por leyes y normas específicas, que dan lugar a una lógica de reproducción propia de un subsistema social. La comunidad científica trabaja durante los prolongados períodos de ciencia normal en la resolución de problemas y, cuando el paradigma vigente se muestra ya inapropiado para cumplir esa función, se dan las condiciones para una revolución que culminará con la emergencia de otro paradigma más eficaz que el anterior. La pregunta que nos hacemos es: "pero, ¿dónde y cómo se generan los enigmas y los problemas a resolver?". Según la concepción de Kuhn, aparentemente ellos serían endógenos a la práctica comunitaria, con lo que se regresa a una nueva versión de internalismo: el de la comunidad científica.

4. Después de Kuhn

Los enfoques contemporáneos, con un mayor énfasis relativista en sus planteos, focalizan también su análisis en las prácticas específicas de los científicos en sus lugares de trabajo. Están generalmente referidos a estudios de casos llevados a cabo inicialmente por historiadores. Los describen minuciosamente, buscando develar los mecanismos de negociación internos que llevan a consensuar los criterios de aceptación o rechazo de resultados en el marco de una puja de intereses socialmente determinados. Claramente, se oponen a la anterior versión racionalista canónica que asignaba el rol legitimador de la validez de las teorías a la aplicación de reglas lógicas de validez universal. En general, estas nuevas conceptualizaciones críticas insisten en la relevancia de los factores sociales en la construcción del conocimiento científico, pero ellos no aparecen

actuando con la nitidez y la profundidad necesarias que corresponderían al protagonismo que se les ha asignado en tales interpretaciones alternativas. Las reconstrucciones de las prácticas científicas aparecen referidas, en mayor o menor medida, a la casuística acumulada a partir de variados estudios de casos. A nuestro juicio, ello genera teorizaciones que podríamos llamar “prepolíticas”, en donde se tiende a centralizar *en los científicos* la responsabilidad tanto de los efectos negativos de su investigación como de los fraudes o de los éxitos y progresos vinculados con sus prácticas. Esta omisión de enfoques sistémicos, que permitirían integrar las prácticas científicas con la multiplicidad de relaciones entre las dimensiones económicas, políticas, culturales y sociales a ellas vinculadas, contribuye a la perduración de enfoques relativamente internalistas, que dificultan la formulación de una sociología empírica de la ciencia.

Se sostiene, correctamente, la importancia de intereses y factores sociales en la dinámica interna de la producción del conocimiento, pero ellos no se definen adecuadamente y por tanto las afirmaciones que resultan de los nuevos enfoques no pueden constituirse en una teoría sociológica. Se opaca, a nuestro juicio, el peso de algunos intereses “externos” presentes en niveles tales como la elección de los temas, las orientaciones y áreas de investigación que se erigen como prioritarias o los mecanismos de financiamiento, de formación y cooptación de los cuadros científicos, amén de una larga serie de condicionamientos estructurales que encuadran las direcciones y las dinámicas de las prácticas científicas.

5. La Declaración de Budapest

En junio de 1999, con el auspicio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), se llevó a cabo en Budapest la “Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso”. El extenso documento final, que constituye la declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, hace un diagnóstico dramático y preciso sobre las promesas incumplidas de la ciencia con relación al bienestar general y llama a redefinir la práctica de la investigación introduciendo normas éticas apropiadas, fundadas en amplios debates públicos. Se expone al respecto una extensa lista de objetivos que deberían ser considerados por las políticas científicas y tecnológicas. La declaración propone además que la UNESCO y el ICSU “definan y apliquen una actividad de seguimiento en sus respectivos programas, y movilicen también el apoyo de todos los protagonistas de la cooperación, especialmente los pertenecientes al sistema de

las Naciones Unidas, con miras a fortalecer la coordinación y cooperación internacionales en la esfera científica”¹.

La sensación que se experimenta ante la lectura de este documento, que por otra parte es pródigo en su descripción crítica acerca del estado actual de la práctica científica, es el de una cierta escisión de buena parte de los integrantes de la corporación científica respecto del mundo que los rodea. No hay registros del rol que cumple su actividad específica en la formación y consolidación de un modelo productivo que no sólo induce la concentración e inequidad por toda conocida, sino que destruye los principios emancipadores presentes en el inicio de la ciencia moderna. Sigue implícita la idea de que los investigadores hacen lo que deben y las instituciones pertinentes se hacen cargo de los efectos indeseados de los usos de determinadas aplicaciones de la ciencia.

6. Conclusiones

Ninguna de las reflexiones anteriores supone la asignación a los investigadores de la total responsabilidad por las calamidades eventualmente provocadas por su tarea. Se trata, en cambio, de señalar el extendido extrañamiento existente entre sus prácticas y los alcances directos o indirectos que algunas de ellas tienen sobre el contexto social. La sociología de la ciencia debería encarar temas tales como las causas de la persistente escasez de fondos para la investigación en ciencias sociales y humanidades, así como para las orientadas a monitorear los efectos a largo plazo de las innovaciones producidas en biotecnología, elaboración de fármacos, aplicaciones de nuevos materiales, etc. El espectro de temas que deberían ser abordados, entre muchos otros, incluye: (a) el análisis de la declinación en la libre circulación e intercambio de conocimientos, provocada por la cada vez más difundida “necesaria confidencialidad” de los hallazgos vinculados con desarrollos experimentales relacionados con la producción; (b) los alcances de la creciente “privatización del conocimiento”, estrechamente vinculado con la redefinición de la investigación en las universidades, que induce la centralidad de la ciencia experimental en detrimento de la básica; (c) el examen de las condiciones que rodean la proliferación del fraude científico en todas sus variantes y extensión.

Queremos poner en evidencia que, con honrosísimas excepciones, si bien “lo social” es un elemento siempre presente como referencia ineludible para

¹ El texto completo de la declaración se puede leer en <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>

cualquier abordaje analítico por parte de todas las orientaciones dedicadas al estudio de este campo, en mayor o menor grado la “sociedad” es una representación estática: siempre está presente pero raramente se la considera actuante. Para decirlo con palabras del sociólogo español Eduardo Medina, “la ciencia no pertenece así a la totalidad de la cultura humana, tal como ocurre con el arte o la religión, sino como una realidad aparte, única y diferente” (Medina, 1989, p. 155).

Referencias bibliográficas

- Kuhn, T. S. (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*, México: Fondo de Cultura Económica. [Original: 1962.]
- Medina, E. (1989), *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Madrid: Siglo XXI de España Editores.

The *New System* and Leibniz's Transformation Theory of Animal Generation

Andreas Blank
The Cohn Institute, Tel Aviv University

1. Mechanism and Panorganicism

Leibniz's earliest ideas about animal generation are formulated within the context of a mechanistic view of natural phenomena—a view, in which metaphysical considerations must not play an explanatory role. For example, in a letter to Arnauld (1671), Leibniz plans to apply the model of elastic force analogically to explain natural phenomena (A II, 1, 178), and in a letter to Conring (1678), he considers it demonstrated that “everything happens mechanically in nature” (A II, 1, 386). In 1677, he proposes that “composite-looking bodies like plants or animals be reduced to simple-looking bodies, like flesh, tendons, glands, blood” (A VI, 4, 1972). In particular, he suggested that biological research should use a hypothetical method leading to physiological models formulated in terms of combinations of elementary components that may be geometrically represented. According to such a research program, the complexity of living beings is reduced to combinations of components that do not display observable complexity. However, in a slightly later piece (1678–1681?), Leibniz also claims that even in seemingly inorganic portions of matter there are organic beings (A VI, 4, 1398). Panorganicism, thus, calls for physiological explanations that go beyond purely combinatorial models.

Duchesneau argues that, under the influence of panorganicism, mostly after the publication of the *New System* (1695), Leibniz's theory of living beings underwent major changes (see Duchesneau 1998, 315–372). As Duchesneau puts it, in Leibniz's later metaphysics, “every true body is organic, since it possesses a formal *raison d'être*, irreducible to the physical order” (Duchesneau 2003, 392). According to Leibniz's later view, because each part of the body of a living being itself is organic, living beings not only display a high degree of complexity, they display an infinite degree of complexity. Duchesneau describes the connection between the metaphysical notion of form and the nested structure of organisms as follows: “Leibniz works out a concept of living being that links formal units with organic structures which, at the phenomenal level, are formed of minute machines

nested within each other ad infinitum.” Due to this connection between the notion of form and the nested structure of organism, Duchesneau holds that for physiological models to be adequate they must spell out the geometric-mechanical structure of organic automata while expressing their connection to a manifold of formal units underlying phenomenal sequences (Duchesneau 2003, 399–400). As he acknowledges, “[n]one of this fits a *standard* mechanistic view” (Duchesneau 2003, 398).

Due to his panorganicism, Leibniz holds that the generation of a living being is the development or “unfolding” of such pre-existing organic beings not only in some observable cases of such transformation but also in all other cases (see GP VI, 533). Explicitly, he relates this claim to the work of microscopists such as Leeuwenhoek, Swammerdam, and Malpighi, who held closely analogous views about the pre-existence of organic beings everywhere in nature (see Wilson 1997). However, the observations that matter is organic in some small parts and that some living beings are generated out of other living beings obviously does not entail that matter is organic *everywhere* and that *each* living being is generated out of a pre-existing living being. Leibniz’s transformation theory of animal generation must have a stronger argumentative foundation if it is to avoid this wide argumentative gap. I suggest that at least part of this foundation is to be sought in an aspect of Leibniz’s metaphysics that usually has not been connected by commentators with the issue of animal generation—his adaptation of the scholastic doctrine of soul and body as incomplete entities according to which both souls and bodies could not exist without each other. Adams has suggested that adapting this theory most fully expresses Leibniz’s attempt to integrate an Scholastic theory of corporeal substance into his philosophy (Adams 1994, 272–285). In what follows, I argue that in the period of the *New System* as well as in later discussions relating to the *New System*, Leibniz also uses the doctrine of incomplete entities to support his transformation theory of animal generation.

2. Incomplete Entities and the Transformation Theory of Animal Generation

Leibniz makes explicit use of the doctrine of incomplete entities rather late in his philosophical career, in a response from 1698 to a review in the *Journal des Scavans* of the first edition of Lamy’s *De la Connoissance de soi-même*, as well as in some subsequent writings. However, the way he applies this doctrine to the problem of composite substances as well as the problem of biological reproduction is already present in the *New System*. At first glance, the text of the *New System* seems to confirm the claim that Leibniz’s views on animal generation to a large extent depend on the result of microscopy. Leibniz writes: “[T]he *transformation*

noted by MM. Swammerdam, Malpighi, and Leeuwenhoek ... have helped me, and have led me to accept more readily that no animal or other organized substance begins when we think it does, and that its apparent generation is only a development, or a kind of augmentation” (WF, p. 13). However, a bit earlier in the text he connects the transformation theory of animal generation also with the scholastic theory of real unities. “I saw that these forms and souls had to be indivisible, like our minds, and indeed I remembered that this was the opinion of St. Thomas about the souls of animals” (WF, p. 12). Moreover, already in a piece written probably in 1688, he makes clear that the real, indivisible unities he has in mind include not only soul-like entities but also composite substances constituted by a soul-like entity and an organic body: “[N]ot to say anything about the other corporeal substances (in which there seems to be some degree of perception and appetite), if at least in beasts there are souls to be found, it follows from our principles that even beasts are immortal” (A VI, 4, 1623–1624). Accordingly, in the *New System*, Leibniz applies the theory of the persistence of real unities to the persistence of composite or “corporeal” substances (see WF, p. 15). Read from the perspective of the text from 1688, Leibniz’s application of the scholastic theory of real unities to the problem of animal generation suggests that at this stage he regards the transformation theory of animal generation as a consequence of his views about the persistence of corporeal substances. This becomes even more apparent in the draft version of the *New System*. There, Leibniz puts the point thus:

As for the beginning and end of these forms, souls, or substantial principles, it must be said that they could only ever have their origin in creation, and their end in annihilation expressly brought about by the supreme power of God ... Substantial principles do not fly about outside substances. The soul is never naturally without a body. So instead of believing in the transmigration of souls, we should believe in the transformation of one and the same animal (WF, p. 24).

This passage suggests that what, in Leibniz’s view, justifies the transformation theory of animal generation is the persistence of substantial forms, together with the idea that souls according to the order of nature are never without a body.

In the period of the *New System*, the claim that according to the order of nature souls cannot exist separated from an organic body is tied to the idea of the constitutive role of bodily traces for the perceptions in the soul. I suggest calling this the “constitutivity thesis”. Although in Leibniz’s later metaphysics this constitutive role is not seen as one of causal influence, it nevertheless is seen as one of existential dependence. Thus, although there are no external relations

between the states of the soul and the states of its organic body, there are internal relations: the states of the soul could not exist and could not have the content they have without the states of the body, and vice versa. This is why Leibniz takes up a concept prominent in scholastic theories of composite unities, the concept of incomplete entities. For example, Suarez defines the notion of an incomplete substance as follows: “In a physical sense, a substance is called incomplete, which is a physical part, or a substantial mode, or the goal of a substance, concurring in some way to its complement” (*Disputationes Metaphysicae* 33, 1, 6). Interestingly, Suarez subsequently treats form and matter only as one of several examples of physically incomplete substances (see Blank 2003). He writes:

[E]ven when [a soul] is separated, it is a part according to its positive aptitude and nature, and not only by means of non-resistance. This is because it is not an integral part but an essential part, and has an incomplete essence that by its nature has the constitution to complete another essence, and thus it is always an incomplete substance (*Disputationes Metaphysicae* 33, 1, 11).

Hence, because soul and body have incomplete essences that complement each other, they form a whole that is more than a sum of mereological parts. Similarly, Leibniz writes in his response to Lamy, “The opinion of the Scholastics that soul and matter have something incomplete is not as absurd as one thinks. Because matter without souls and forms or entelechies is nothing but passive, and souls without matter would be nothing but active . . .” (GP IV, 572). He explicates that soul and body, according to the system of pre-established harmony, are causally independent from each other; nevertheless, he holds that “each of them is incomplete without the other, because naturally the one is never without the other” (GP IV, 573). Likewise, in a letter to de Volder dating from 1703, Leibniz writes:

[T]here never arises a natural organic mechanism that is new because it always possesses infinite organs, so that it may express the whole universe in its way; indeed, it always involves all past and present time. This is the most certain nature of every substance. And we know that what is expressed in the soul is also expressed in the body; hence the soul as well as the machine animated by it, and the animal itself, are as indestructible as the very universe. . . . Nor can any primitive entelechy ever come into being or be extinguished naturally or ever lack an organic body (GP II, 251).

In the *New Essays on Human Understanding*, Leibniz applies the insight that naturally souls cannot occur without bodies to the problem of animal

generation. Locke's spokesperson, Philalèthe, claims: "One has only to think about the separation of the soul from the body by death to become convinced of the motion of the soul." Leibniz responds in the person of Théophile:

The soul could stop operating in this visible body; and if it could stop thinking altogether, as our author earlier maintained, it could be separated from this body without being united with another; and so this separation would not involve motion. My own view is that the soul always thinks and feels, is always united with some body, and indeed never suddenly and totally leaves the body with which it is united (A VI, 6, 221).

With the role of the doctrine of incomplete entities as an argument for the union of soul and body in mind, it is evident why Leibniz not only thought substantial forms but also animals to be imperishable. Animals are imperishable (and their generation only a matter of the change of pre-existing organic unities) because they have a structure analogous to their imperishable organic constituents—as Leibniz calls them, "these infinite replications of organic bodies, which are in an animal" (A VI, 6, 328–329). Thus, both the view that there is an infinity of organic bodies within the body of an animal and the view that animal generation amounts to the development of pre-existing and imperishable organic unities are supported by Leibniz's metaphysical considerations about the persistence of substantial forms and the incompleteness of souls and bodies.

3. Incomplete Entities and Animal Generation in Leibniz's Later Years

Leibniz's claim that soul and body are incomplete without each other can be seen as a clarification and extension of ideas that were present very early on in his philosophical development. This makes it difficult to understand why he did not make more use of this strategy in the writings of his last years. One possible explanation may be that he, at some time, gave up the view that pre-established harmony is sufficient as an explanation of the metaphysical union of soul and body (see Rozemond 1997; Woolhouse 2000). Famously, in a piece written in 1706—his response to objections by de Tournemine—he admits that pre-established harmony does not bring about a "true union" or "metaphysical union" but only gives a natural explanation for the phenomena (GP VI, 595–596). Accordingly, in the correspondence with des Bosses, from 1712 on he explores a stronger theory of metaphysical union involving a *vinculum substantiale*. Nevertheless, there is a significant line of thought that has close affinities to his earlier account of the role of the incompleteness of soul and body for the structure of composite unities and

the generation of animals. In a letter to Rémond dating from 1715, he argues that the transition of a soul from one organic body to another would be incompatible with the order of nature, which requires intelligible explanations and excludes leaps—two criteria that are violated by the theory of metempsychosis. He also outlines his alternative view of the generation of living beings: “Because one can conceive only the development and change of matter, the machine which constitutes the body of a spermatic animal can become a machine of the sort required to form the organic body of a human being ...” (GP III, 635). Thus, even at this late stage of Leibniz’s philosophical career, animal generation is seen as involving the development of pre-existent and genuinely composite entities. Moreover, in one of the last letters to Rémond, dated 4 November 1715, the issue of composite substances is explicitly brought together with the notions of *per se* unities and incomplete entities:

I believe to have proven that each substance is active, and the soul above all ... But pure *primary matter*, taken without souls or lives that are united to it, is purely passive: moreover, to speak properly, it is not a substance, but something incomplete. And *secondary matter* (such as, e.g., the organic body) is not a substance, but for another reason; namely, that it is a collection of several substances, like a pond full of fishes, or like a herd of sheep, and consequently it is what one calls an *Unum per accidens*, in a word, a phenomenon. A true substance (such as an animal) is composed of an immaterial soul and an organic body, and it is the composite of both that one calls an *Unum per se* (GP III, 657).

This view of the constitution of composite substances has close parallels to Leibniz’s discussion of animal generation in his response to Desmaizeaux, dated 8 July 1711. In a discussion note concerning the analogy that Leibniz draws in the *New System* between the transformation theory of animal generation and the views about the persistence of living beings in the Pseudo-Hippocratic *Diet* (see WF, p. 15), Desmaizeaux argues that Leibniz over-interprets the notion of a living being in ancient accounts of the persistence of the elements (see WF, pp. 228–238). In his response, Leibniz clarifies his own view as follows: “I grant an existence as old as the world, not only to the souls of animals, but generally to all *monads*, or simple substances, from which compound phenomena result. And I hold that each soul, or monad, is always accompanied by an organic body ...” (WF, p. 239). This implies that the natural world results from organic unities that themselves persist for an indefinitely long time: “[I]f there are living organic bodies in nature other than those of animals ... these bodies too will have their simple substances, or *monads*, which give them life ... It would appear that there are infinite degrees of

perception, and hence of *living things*. But these living things will be for ever indestructible, not only in respect of the simple substance, but also because it will always retain some organic body” (WF, p. 239). This said, Leibniz addresses the historical questions concerning living beings:

As for the ancients, I admit that their usual views do not get so far as mine about the *inextinction* of animals. Their *indestructibility* ordinarily extends only as far as matter, or as far as atoms at the very most; and so it can be said that according to the theory of those who admit neither atoms nor entelechies, no substance is conserved. However, in all the variety of ancient thought there may have been some whose opinions get close to mine ... And although the conservation of the animal is supported by the microscope, minute bodies had been recognized before its invention; and so minute animals could also easily have been predicted ... (WF, p. 239–240).

Leibniz, then, holds on to the claim there is a substantive analogy between his view of animal generation and that of the Pseudo-Hippocratic *Diet*. In particular, he continues to believe that animal generation involves the development of genuinely organic unities *because* there are simple substances without an associated organic body. Leibniz closes his response as follows: “I accept part of the doctrine of the Cartesians. But my view on the commerce between the soul and the body has foundations which were generally accepted before the advent of Cartesianism” (WF, p. 240). It seems to me that he could hardly have made the relevance of the scholastic doctrine of incomplete entities for his views on the union of soul and body and his transformation theory of animal generation more salient than by this remark.

4. Conclusion

In this paper, I explored some aspects of the argumentative background of Leibniz’s account of animal generation. I argued that Leibniz regards the discovery of animalcula as an empirical confirmation of his views on the organic nature of the ultimate constituents of reality. However, although the existence of very small animals contributed to a shift in the boundary of what was seen as organic and what was seen as inorganic, it is insufficient to justify Leibniz’s panorganicism. Reading his account of animal generation as a transformation of pre-existing organic unities from the perspective of the results of microscopy alone leaves us with this argumentative gap. I suggested that Leibniz’s adaptation of the complementary scholastic notions of *per se* unities and incomplete entities

contributes to closing this argumentative gap. Leibniz argues that, due to the constitutive function of bodily traces for the perceptions in souls, souls cannot exist without organic bodies. According to him, the connection between bodily traces and perceptions accounts for the *per se* unity of composite substances. His views about souls and bodies as incomplete entities take up this line of argument. Moreover, he holds that the view that matter is organic everywhere as well as the transformation theory of animal generation follow from the persistence of substantial forms and the incompleteness of souls and bodies. This argumentative strategy suggests that his later biological views are supported by his metaphysics of incomplete entities. It is his metaphysics of incomplete entities, not microscopy that provides an argument for why the pre-existence of organic unities in nature as well as their infinite complexity should be taken as the facts to be explained in physiological accounts of animal generation.

References and Abbreviations

- Adams, R. M. (1994), *Leibniz. Determinist, Theist, Idealist*, New York: Cambridge University Press.
- Blank, A. (2003), "Incomplete Entities, Natural Non-separability, and Leibniz's Response to François Lamy's *De la Connoissance de soi-même*", *Leibniz Review* 13, 1–17.
- Duchesneau, F. (1998), *Les Modèles du vivant de Descartes à Leibniz*. Paris: Vrin.
- Duchesneau, F. (2003), "Leibniz's Model for Analyzing Organic Phenomena", *Perspectives on Science* 11, 378–409.
- Lamy, F. (1694–1698), *De la Connoissance de soi-même*, 5 vols., Paris: André Pralard.
- Leibniz, G. W. (1875–1890), *Die philosophischen Schriften von G. W. Leibniz*, ed. C. I. Gerhardt, Berlin: Winter [= GP].
- Leibniz, G. W. (1993), *The New System and Associated Texts*, ed. and trans. Woolhouse, R. and R. Franks, Oxford: Clarendon Press [= WF].
- Leibniz, G. W. (1927—), *Sämtliche Schriften und Briefe*. Edited by the German Academy of Sciences, Berlin—Darmstadt—Leipzig: Akademie Verlag [= A].
- Rozemond, M. (1997), "Leibniz on the Union of Body and Soul", *Archiv für Geschichte der Philosophie* 79, 150–178.
- Wilson, C. (1997), "Leibniz and the Animalcula", in M. A. Stewart (ed.), *Studies in Seventeenth-Century European Philosophy*, New York: Clarendon Press, pp. 153–175.

Woolhouse, R. S. (2000), "Pre-established Harmony Between Soul and Body: Union or Unity?" in Lamarra, A. and R. Palaia (eds.), *Unità e molteplicità nel pensiero filosofico e scientifico di Leibniz*, Florence: Olschki, 2000, pp. 159–170.

Arrianismo y éter en el último Newton: triste, solitario y final

Guillermo Boido
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

1. Introducción

Las llamadas *controversias cristológicas*, en los primeros siglos de la Era Cristiana, versaban acerca del problema de la relación entre Dios y el Hijo. La necesidad de establecer con precisión la ortodoxia del nuevo credo radicaba en la presencia de sectores judíos que negaban la divinidad de Cristo o bien, a la inversa, de autores gnósticos de los siglos II y III que negaban su naturaleza humana¹. En un principio, Cristo era considerado aquel profeta anunciado en el Deuteronomio, mero hombre mortal, como Jeremías o Daniel, escogido por Dios para realizar sus designios². Esta tesis fue denominada *adopcionismo*. Mas luego, en oposición a ella, se desarrolló gradualmente una nueva creencia, el *encarnacionismo*; sus adherentes sostenían que Cristo, literalmente, había sido Hijo de Dios, consustancial con él. Todo lo cual dio lugar a reflexiones sistemáticas sobre las relaciones del Hijo de Dios con el Padre, a fin de proteger a la vez el monoteísmo y la existencia de un Padre y de un Hijo. El Imperio Romano de Occidente se convirtió en baluarte del encarnacionismo, pero las iglesias orientales adoptaron creencias orientadas hacia el adopcionismo. Arrio, sacerdote de Alejandría, sostuvo enérgicamente en 319 esta última concepción, con lo cual negaba el dogma de la Trinidad: Cristo habría sido una criatura humana y no parte del Creador. Esta convicción llevó a Arrio a sostener que Cristo “no es eterno, coeterno con el Padre, increado como éste, porque del Padre ha recibido la vida y el ser”.

Ante la gravedad del conflicto doctrinal y con el propósito de poner fin a las controversias, el emperador Constantino convocó a un Concilio que se llevó a cabo en 325 en Nicea (hoy Izmir, ciudad perteneciente a Turquía) y que reunió a

¹ Para un detallado estudio de estas controversias, véase Lindars (1988).

² “[...] Y pondré mis palabras en su boca, y él les hablará todo lo que yo le mandare” (Deut. 18, 18). El Deuteronomio, atribuido a Moisés, es uno de los libros más significativos del Antiguo Testamento. Se lo cita 195 veces en el Nuevo Testamento.

318 obispos. Los oráculos cristianos romanos se inspiraban por entonces en sus antecesores judaicos (que pretendían convertir a los paganos a su religión) y presentaban a Constantino como un “rey mesiánico”, deificación que en el mundo grecorromano había comenzado con Alejandro Magno (Cohn, 1997, p. 29). Ello incidió, probablemente, en las resoluciones finales del Concilio. La controversia estuvo centrada en tres posiciones acerca de la esencia del Hijo con respecto al Padre, asociadas con las palabras *homoousion*, de la misma esencia; *heteroousion*, de distinta esencia; y *homoioousion*, de similar esencia. Aunque cada sector en pugna trató de obtener el apoyo de Constantino, una gran mayoría de obispos adhirieron a la primera posición y condenaron la segunda, sostenida por los arrianos, a la vez que declaraban a las creencias de Arrio “errores” y “herejías”. De inmediato, el Concilio declaró lapidariamente: “Creemos en un solo Dios Padre omnipotente [...] y en un solo Señor Jesucristo Hijo de Dios, nacido unigénito del Padre, es decir, de la sustancia del Padre, Dios de Dios, Luz de Luz, Dios verdadero de Dios verdadero, engendrado, no hecho, consustancial al Padre”. De este modo, se rechazó la tesis arriana de que Cristo es un ser subordinado al Padre y se ratificó la plena divinidad del Hijo.

En la resolución de estas controversias fue fundamental el papel desempeñado por san Atanasio, teólogo cristiano y doctor de la Iglesia, secretario del obispo de Alejandría (luego habría de ser obispo), quien protegió la ortodoxia trinitaria ante la amenaza del arrianismo. Logró la condena de los escritos de Arrio e incluso la excomunión y el destierro de éste. En el Primer Concilio de Constantinopla (381) se admitió el carácter divino no sólo del Padre y del Hijo sino también del Espíritu Santo con esta declaración: “Creo en el Espíritu Santo, Señor y dador de vida, que procede del Padre. Junto con el Padre y el Hijo recibe adoración y gloria”. A partir de allí quedó establecida la fórmula “Dios es uno y trino”, que preservaba la unicidad de Dios y a la vez la autonomía como “personas” del Padre, del Hijo y del Espíritu Santo. El dogma de la Trinidad había quedado definitivamente instaurado y ahora formaba parte esencial de la profesión de fe cristiana (Firolamo, 2000, p. 163).

Pese a ello, la polémica entre encarnacionistas y arrianos habría de perdurar durante todo el siglo IV. De hecho, hubo emperadores arrianos como Constancio, hijo de Constantino, quien se opuso a san Atanasio. La tesis de Arrio fue adoptada luego por algunos pueblos germánicos, evangelizadas por predicadores arrianos, pero gradualmente comenzó a desaparecer. El último rey germano en abandonar el arrianismo fue Leovigildo, rey de los visigodos, a fines del siglo VI. Sin embargo, la doctrina reapareció en su forma original en pleno siglo XVII, en la figura señera de Isaac Newton, quien adoptó las creencias arrianas hacia 1673 luego de un intenso estudio de fuentes teológicas, particularmente de la patrística, iniciado poco antes. Newton, quien acababa de ser admitido como miembro de la Royal

Society, era por entonces profesor en Cambridge: el profesor del Trinity College negaba la Trinidad.

En un trabajo anterior (Boido, 2002) hemos señalado la insistencia de Newton en la necesidad de restaurar una antigua sabiduría que prácticamente no reconoce límites entre lo natural y lo moral. Como lo ha destacado James Force, la concepción newtoniana del absoluto dominio de Dios sobre la naturaleza incide profundamente no sólo sobre su filosofía natural sino también sobre sus doctrinas teológicas, morales y políticas, y no podremos comprender a Newton en sus propios términos si no analizamos la vinculación, en su pensamiento, entre su concepción metafísica de Dios y todo aquello que a su juicio es necesario conocer acerca de las cosas humanas y acerca de lo que éstas nos dicen sobre la Creación (Force, 1999, p. 256). Los notables logros científicos que podemos encontrar en los *Principia* y en la *Óptica* llevaron finalmente a ignorar el notable proyecto filosófico-teológico que su autor había concebido para perfilar coherentemente una visión del mundo a la vez material y espiritual. Pero si en este diseño no hay separación ostensible entre filosofía natural y teología, se justifica sobradamente la presencia de tesis religiosas en la ciencia de Newton. Las hay, y son numerosas (algunas de ellas extensamente analizadas por historiadores, filósofos y teólogos), pero en este trabajo nos centraremos en una de ellas: la que involucra el papel desempeñado por el arrianismo en la concepción del éter que Newton concibió en sus últimas décadas de vida.

2. Newton y el arrianismo

Si bien no se conocen manuscritos teológicos anteriores a 1672, existen evidencias del temprano interés de Newton por la teología. Ya en los apuntes de un cuaderno juvenil, destinados a servir de orientación para su estudio de la Biblia, hallamos muchas referencias a la Trinidad, en particular a la relación de Cristo con el Padre. Cita, por caso: “Porque hay un solo Dios, y asimismo un mediador entre Dios y los hombres, Jesucristo hombre” (I Tim. 2, 5). Las menciones de Newton a san Atanasio, al arrianismo y a la historia de la Iglesia en el siglo IV lo llevan a Richard Westfall a sugerir que “casi el primer fruto del estudio teológico de Newton fue dudar sobre el estado de Cristo y la doctrina de la Trinidad” (Westfall, 2000, p. 126). Newton comprobó que la fórmula trinitaria no se desprendía de la Biblia siria ni de los escritos de teólogos anteriores al siglo IV, y acabó por creer firmemente que en tiempos de Arrio la Escritura había sido víctima de una insólita corrupción. Minuciosamente, puso en evidencia que durante el Concilio de Nicea se había tergiversado la opinión de los antiguos padres, tales como Dionisio de Alejandría (siglo III), a quien san Atanasio adjudicaba tendenciosamente el empleo (trinitario) de la palabra *homoousion*, original de Plotino. En el siglo IV, el

cristianismo primitivo había sido profanado. Poco después de haber redactado aquellos apuntes, Newton se volvió arriano.

Probablemente la adopción de esta tesis doctrinal, por sí sola, permitiría organizar en gran parte su interpretación de la historia, de las profecías y de su filosofía natural y moral. El trinitarismo era para Newton una intromisión espuria de la metafísica en la única religión auténticamente revelada, el cristianismo primitivo de Arrio. En su fuero íntimo, como lo testimonian sus manuscritos, atacó las instituciones eclesiásticas férreamente jerarquizadas y su ingerencia en materia social y política, y en particular la intolerancia religiosa que surge de aplicar a ultranza la prescripción de Lucas, 14, 23: *Oblígalos a entrar* [en la única Verdad]. Pero debía permanecer en silencio: sus creencias eran heterodoxas, heréticas, y de haberlas revelado hubiese sido condenado al ostracismo. El sucesor de Newton en Cambridge, William Whiston, quien admitió públicamente su antitrinitarismo, tuvo que abandonar su cátedra de matemática y se volvió una suerte de paria que ofrecía sus predicciones en los pubs. Adquirió cierta celebridad por interpretar acontecimientos naturales insólitos, como terremotos y cometas, signos, a su juicio, de que en breve acontecerían los hechos anunciados en los libros proféticos de Daniel y el Apocalipsis. Newton, por su parte, sólo se atrevió a discutir sus convicciones arrianas con John Locke, tres años después de publicados los *Principia* (1687). A fines de 1690, le envió dos cartas que en conjunto conforman un breve tratado: *Un informe histórico sobre dos importantes corrupciones de las Sagradas Escrituras, en Carta a un Amigo*; le escribió una tercera sobre el mismo asunto, pero se ignora si Locke la recibió. Más adelante, hacia 1710, escribió los catorce capítulos de *Of the Church*, analizado detenidamente por Matt Goldish, escrito en el que su antitrinitarismo se expone de la manera más rotunda y elaborada (Goldish, 1999)³.

Lo fundamental en la búsqueda teológica de Newton es la acción de la providencia de Dios en la historia, es decir, el plan que Dios ha establecido para el mundo, tal como se manifiesta en la tradición judía y en la primitiva Iglesia cristiana. *Amar a Dios y amar a los hombres*: ésta es la sencilla y verdadera religión que Dios reveló a Adán. Pero tal religión original fue corrompida numerosas veces por actitudes del judaísmo y luego, en el siglo IV, por la introducción en ella de ingredientes metafísicos, tales como el dogma de la Trinidad. Para Newton, era necesario restringir todo cuanto debemos creer a unas pocas y sencillas verdades morales, extraídas de la Escritura y registradas por los

³ La literatura especializada sobre la teología de Newton se ha enriquecido notoriamente en los últimos años. Son ejemplos Goldish (1998) y Force & Popkin (1999), mencionados en la bibliografía.

voceros de Dios; el resto debía ser considerado un discurso vacío e irrelevante para la salvación. La doctrina trinitaria, obra de “blasfemos y fornicadores intelectuales”, como los llamaba Newton, se había convertido en dogma tanto para la Iglesia católica como para la anglicana, y conformaba una “falsa religión infernal” atestada de metafísica. Con palabras de Westfall, en el Cambridge de los años setenta del siglo XVII, “Newton se había comprometido reinterpretar la tradición central de toda la civilización europea” y no es difícil entender por qué se impacientaba por entonces con interrupciones derivadas de insignificancias tales como la mecánica, la óptica o la matemática (Westfall, 2000, p. 129).

3. Yendo de un éter a otro

Los historiadores de las últimas décadas han analizado las distintas concepciones del éter que Newton propuso a lo largo de su vida, han señalado sus ambiguas y/o contradictorias posiciones y también las razones por las cuales abandonó unas y propuso otras. La necesidad de introducir un medio etéreo para explicar las interacciones físicas, particularmente las gravitatorias, y a la vez exponer sus propiedades, se convirtió para él en una obsesión crucial. En una primera etapa, juvenil, Newton intentó desarrollar modelos materiales del éter de carácter cartesiano. En la segunda, de madurez, que incluye el período de redacción de los *Principia*, rechaza públicamente toda clase de éter y a la vez sus anteriores especulaciones. Pero en una de las *Cuestiones* agregadas a la edición latina de la *Óptica* (1706), Newton expone sus nuevas convicciones y señala que Dios, presente en el espacio, mueve los cuerpos a su propia voluntad, una tesis ya desarrollada en privado veinte años antes. Ahora las fuerzas son consideradas como manifestaciones no mediadas de la presencia de Dios en el mundo, es decir, como resultado de la acción divina. De allí que a esta etapa la podemos llamar *teológica no mediada*. Sin embargo, en el "Escolio General" de la 2ª edición de los *Principia*, pero en particular en las sorprendentes *Cuestiones* de la 2ª edición inglesa de la *Óptica* (1717), Newton introduce nuevamente un medio etéreo, muy distinto del éter material cartesiano que había adoptado en su juventud.

El nuevo éter, de carácter divino, habría de ser según Newton el sostén de las fuerzas a distancia (y de las interacciones en general) pero a la vez un *mediador* entre Dios y la naturaleza. En la obra de herméticos renacentistas como Paracelso y van Helmont es habitual hallar referencias a mediadores entre el espíritu y la materia, y de hecho, como consecuencia del influjo de Isaac Barrow y Henry More sobre Newton, las encontramos en los escritos alquímicos de éste (Abrantes, 1998, p. 100). Esta tercera etapa, que podemos denominar *teológica mediada*, corresponde especialmente a las especulaciones de la segunda década del siglo XVIII, y es particularmente importante a los efectos de este trabajo pues es posible

advertir notables similitudes entre el nuevo éter de Newton y sus convicciones arrianas.

4. El éter arriano

Cautamente, Newton afirma que no considera a la gravitación como una propiedad esencial de la materia, pero que ha agregado una cuestión referida a la posible causa de ella de modo tentativo, "porque aún no estoy satisfecho con ella por falta de experimentos". La "causa" a la que remite Newton no es otra cosa que un éter mediador entre el mundo y un Dios que es claramente una divinidad arriana. Dios requiere de un hombre, Jesucristo, para redimir al género humano, y a la vez de un medio, el éter, para actuar sobre la naturaleza. Con palabras de Carlos Solís Santos, "de la misma manera que Cristo carga con los pecados de todos los hombres y nos redime a todos a costa de sí, el éter carga con la explicación mecánica de todas las interacciones redimiéndolas de ejercerse a distancia, pero pagando por ello el precio de su propia ininteligibilidad mecánica" (Solís Santos, 1987, p. 73). El difícil problema de aceptar esas acciones a distancia tan criticadas por los continentales, pensaba Newton, se mitigaría con su nueva concepción del éter.

Los modelos cartesianos del éter de la primera etapa del pensamiento de Newton habían sido inaceptables para él desde el punto de vista teológico pues eran conducentes al ateísmo. Por su parte, la negación del éter, en la segunda etapa, suponía atribuir a Dios la responsabilidad de realizar una tarea directa sobre la naturaleza, inaceptable para una deidad arriana, a la vez que exponía a Newton a la acusación de panteísmo. Escribe Newton: "El Dios supremo no hace por sí mismo nada que pueda hacer por otros". La solución característica de la tercera etapa era pues admitir la existencia de un éter intermediario entre la Divinidad y la materia, alternativa que procuraba a la vez satisfacer sus creencias religiosas y responder a los reparos suscitados por la teoría de la gravitación expuesta en los *Principia*. Esta solución de compromiso entre un Dios ausente de la naturaleza y un Dios que se identifica con ella lo convierten, desde un punto de vista teológico, en un trascendentalista moderado.

5. El fracaso final

Pero los experimentos cuya falta denunciaba Newton bien pronto se hicieron presentes. A los problemas matemáticos que generaba el nuevo éter se agregaron otros de carácter empírico y las discrepancias se volvieron insuperables. Trabajos realizados en la Royal Society por hábiles experimentadores como Francis Hauksbee y Jean Desaguliers, particularmente los referidos a nuevos

fenómenos eléctricos y de capilaridad, conflictos entre el comportamiento esperado del éter y el movimiento de los planetas, dificultades para explicar ciertos fenómenos ópticos, ponían en jaque al gran proyecto del anciano Newton, impotente ante la diversidad y complejidad de las nuevas interacciones puestas en evidencia por tales resultados. El nuevo éter era incapaz, significativamente, de explicar fenómenos magnéticos, eléctricos y de cohesión. Cuanto más conocimiento empírico sobre las diversas interacciones presentes en la naturaleza se acumulaba en la Royal Society, más difícil resultaba su comprensión en términos del nuevo medio etéreo. Por ello Newton menciona la gravedad, la electricidad y el magnetismo como tres especies diferentes de interacciones observables, junto con otras que quizás a su vez exijan diversos agentes "que corresponde descubrir a la filosofía experimental".

Para citar un solo ejemplo, mencionado por Solís Santos, algunos experimentos de Desaguliers requerían para su comprensión de un medio extraordinariamente sutil, que difícilmente podría mover por impactos a los cuerpos celestes (Solís Santos, 1987, p. 75). Finalmente, en sus últimos años de vida, según un testimonio de Martin Folkes, quien posteriormente habría de ser Presidente de la Royal Society, Newton reconoció su fracaso ante sus colegas de la Royal Society con estas muy citadas palabras: "Mis ojos se apagan, mi espíritu está cansado de trabajar; a vosotros corresponde realizar los mayores esfuerzos para no dejar escapar un solo hilo que pueda guiaros". Así, Newton acabó su brillante carrera sin haber logrado la comprensión final de la naturaleza incesantemente buscada. Colmado de honores, convertido en vida en el Supremo Pontífice de la física del siglo XVIII, el gran personaje público debió cargar sobre sus espaldas, en la intimidad de su inmenso genio, como Einstein, la frustración personal de no haber podido resolver un problema crucial que lo había perseguido desde su juventud.

6. Epílogo

Hace veinte años, cuando el autor de este trabajo se interesó fugazmente por la obra del último Newton, pensó que la decepción de éste al final de su vida bien podría ser descrita con palabras de Raymond Chandler: murió triste, solitario y final. Pocos años después leyó el notable trabajo de Carlos Solís Santos, *La fuerza de Dios y el éter de Cristo*, en donde se dice que, en esta etapa postrera, Newton estaba "triste y cansado" como Humphrey Bogart en *El sueño eterno*, película que se basa en una novela del propio Chandler. No parece ser una coincidencia. Tal vez el fracaso, el desaliento, la vejez, la certeza de que la vida es breve, de que hay misterios que son insondables para las posibilidades humanas,

hayan signado el destino de un simple detective de ficción como Marlowe pero también el de Newton, uno de los mayores prodigios de la historia de la ciencia.

Referencias bibliográficas

- Abrantes, P. (1998), *Imagens de natureza, imagens de ciência*, Campinas: Papirus.
- Boido, G. (2003), “Filosofía natural y filosofía moral en Newton: la verdad de los dos libros”, en L. Benitez, Z. Monroy y J. A. Robles (eds.), *Filosofía natural y filosofía moral en la Modernidad*, México: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pp. 291-298.
- Cohn, N. (1997), *En pos del Milenio*, Madrid: Alianza. [Original: 1957.]
- Filoramo, G. (2000), “Las religiones de salvación: monoteísmo y dualismos”, en G. Filoramo, M. Massenzio, M. Raveri, y P. Scarpi, *Historia de las religiones*, Barcelona: Crítica. [Original: 1998.]
- Force, J. E. (1999), “Newton, the ‘Ancients’ and the ‘Moderns’”, en J. E. Force y R. H. Popkin (comps.), *Newton and Religion. Context, Nature and Influence*, Dordrech: Kluwer Academic Publishers, pp. 237-257.
- Goldish, M. (1998), *Judaism in the Theology of Sir Isaac Newton*, Dordrech: Kluwer Academic Publishers.
- Goldish, M. (1999), “Newton's *Of the Church*: Its Contents and Implications”, en J. E. Force y R. H. Popkin (comps.), *Op. cit.*, pp. 145-164.
- Lindars, B. (1988), “The New Testament”, en J. Rogerson, C. Rowland y B. Lindars (eds.), *The Study and Use of the Bible*, Basingstore: Wm. B. Eerdmans Publishing Co., pp. 229-397.
- Pilloni, F. (2002), *Teologia come sapienza della fede: Teologia e Filosofia nella crisi ariana del IV secolo*, Bologna: EDB.
- Solís Santos, C. (1987), “La fuerza de Dios y el éter de Cristo: la explicación de la interacción a través del espacio en la filosofía de la naturaleza de Newton”, *Sylva Cluis*, 2, 51-80.
- Westfall, R. S. (2000), *Isaac Newton: una vida*, Madrid: Cambridge University Press. [Original: 1993.]

As analogias mecânicas no estudo do eletromagnetismo no século XIX: as contribuições de Oliver Heaviside

Cibelle Celestino Silva[†]

Instituto de Física de São Carlos/Universidade de São Paulo

1. Introdução

Na segunda metade do século XIX, a teoria eletromagnética ainda não estava totalmente estabelecida e havia muitas discussões sobre qual o melhor enfoque a ser adotado para tratar o eletromagnetismo. Uma das principais questões era saber se os fenômenos eletromagnéticos deveriam ser tratados como forças diretas agindo à distância (defendida principalmente pelos físicos da Europa continental) ou supondo a existência real de linhas de força, mesmo em um espaço vazio de matéria (como faziam principalmente os físicos britânicos).¹

Na época, a mecânica e suas aplicações constituíam um campo de pesquisa bastante desenvolvido. Os físicos buscavam explicações mecânicas para uma grande variedade de fenômenos, inclusive para os fenômenos eletromagnéticos, baseados em conceitos como força, velocidade, aceleração e nas leis de Newton. A relação entre modelos mecânicos e a realidade física era também uma das preocupações presente entre os físicos da época.

Na segunda metade do século XIX, surgiu uma nova maneira de interpretar as relações entre modelos físicos e modelos matemáticos, produzindo uma abordagem interessante para o desenvolvimento de explicações para os fenômenos eletromagnéticos. Um dos métodos utilizados para desenvolver modelos capazes de descrever os fenômenos eletromagnéticos foi através do uso de analogias formais e materiais com sistemas físicos já conhecidos e bem estudados como, por exemplo, propagação de calor, movimento de fluidos e estudo de corpos sólidos elásticos, entre outros.

No último quarto do século XIX, seguindo a tradição de usar modelos e analogias, Oliver Heaviside (1850–1925) fez uma análise bastante cuidadosa e detalhada dos diferentes modelos mecânicos que haviam sido desenvolvidos ao longo da segunda metade do século XIX. Seus trabalhos, que já haviam sido

[†] cibelle@ifsc.usp.br

¹ Neste trabalho vamos discutir o enfoque de teoria de campo adotado na Grã Bretanha. Para mais detalhes sobre o enfoque baseado em ação à distância, veja o capítulo 1 de Darrigol (2000).

publicados em revistas, foram reunidos no livro *Electromagnetic Theory* de 1892. Os trabalhos de Heaviside são particularmente importantes, pois o autor desenvolveu um estudo detalhado sobre os vários modelos mecânicos possíveis que eram utilizados. Seu estudo é bastante cuidadoso e profundo e, por isso, influenciou muitos autores posteriores. Estes modelos eram bons em uns aspectos e problemáticos em outros; aspectos estes que são analisados no presente artigo.

Este artigo segue a distinção entre analogia formal e analogia material de Mary Hesse, segundo a qual, a relação entre modelo e fenômeno modelado geralmente é uma relação de analogia. Esta autora diferencia entre dois tipos de analogia: a analogia formal e a analogia material. No primeiro caso, as mesmas relações axiomáticas e dedutivas relacionam sujeitos e predicados de sistemas análogos, que são descritos por equações semelhantes. Por exemplo, um pêndulo e um circuito elétrico oscilante são formalmente análogos entre si, pois ambos podem ser descritos por uma mesma equação diferencial. Em uma analogia formal não há necessariamente semelhança entre os sujeitos e predicados de dois sistemas. No caso de uma analogia material, há também semelhanças físicas entre os sistemas, como por exemplo, na teoria cinética dos gases que considera um gás como um conjunto de pequenas esferas (HESSE 1972). A relação analógica seja ela formal ou material, geralmente implica em diferenças e semelhanças, além disso, dois sistemas podem ter apenas uma analogia formal entre si, sem que haja analogia material, por exemplo, os vários modelos mecânicos desenvolvidos no século XIX e os fenômenos eletromagnéticos discutidos neste artigo.

2. Thomson e Maxwell

William Thomson e James Clerk Maxwell tiveram um importante papel no desenvolvimento de analogias e de modelos mecânicos no estudo da teoria eletromagnética, como discutido em Silva (2002). Seus trabalhos influenciaram fortemente os físicos da época que defendiam a existência do éter como um meio mediador dos efeitos elétrico, magnético e eletromagnético. Assim, a idéia de um éter eletromagnético foi gradualmente ganhando espaço durante o século XIX, dando origem ao conceito de campo como estruturas físicas deste éter. Os principais trabalhos de Thomson sobre o assunto foram publicados entre 1845 e 1850, enquanto que Maxwell publicou seus artigos entre os anos de 1856 e 1862.

Em 1842 Thomson começou a explorar mais os processos formais empregados na física. Seu estudo dos trabalhos de Fourier sobre condução de calor o levou a descobrir, independentemente, alguns teoremas da teoria de potenciais que foram imediatamente aplicadas em seus trabalhos sobre eletrostática. Em sua analogia entre eletrostática e fluxo de calor, Thomson não estava preocupado em entender fisicamente o que ocorre no espaço entre os condutores. Segundo

Thomson, estas analogias poderiam ser consideradas como pontos de partida em direção a analogias mecânicas mais verdadeiras que poderiam resultar em uma teoria física para a propagação das forças elétrica e magnética. Em linguagem atual, a analogia que ele estabeleceu foi entre potencial elétrico e temperatura; campo elétrico e fluxo de calor; cargas e fontes de calor. Thomson estudou os problemas de fluxo de calor, atração eletrostática e gravitacional. Seus resultados não eram novos, no entanto, sua inovação foi desenvolver um método de encontrar teoremas através de analogias formais entre duas teorias físicas.²

Seguindo a distinção entre analogia formal e analogia material de Mary Hesse discutida anteriormente, a analogia desenvolvida por Thomson entre calor e eletricidade é uma analogia do tipo formal. Ele considera que apenas as equações que descrevem os dois fenômenos são análogas, mas não os fenômenos em si – a analogia foi construída pela atribuição de significados próprios de cada teoria aos símbolos matemáticos correspondentes destas equações. Para ele, seria possível desenvolver novas idéias na eletricidade a partir do estudo das equações que descrevem o fenômeno de condução de calor, uma vez que suas equações são análogas.

Os modelos mecânicos de Thomson tinham um forte caráter físico além do caráter matemático. Ele também se dedicou ao desenvolvimento de modelos cujos aspectos formais (isto é, suas equações) também tinham um caráter de analogia material. Isso pode ser notado em seus trabalhos onde construiu modelos eletromagnéticos baseados no estudo das deformações em sólidos elásticos. Estudando as equações presentes na teoria de sólidos elásticos, Thomson notou que a analogia deveria ser entre força elétrica e deslocamentos lineares e que a força magnética seria análoga a rotações.³ Os resultados de Thomson mostravam uma imagem da propagação das forças elétrica e magnética como sendo formalmente análoga à maneira como mudanças no deslocamento elástico se propagam através de um sólido elástico, isto é, as equações que representam matematicamente os fenômenos eletromagnéticos e a propagação do movimento em meios elásticos são do mesmo tipo. Um dos aspectos importante desta analogia está no fato de que ela é mecânica, isto é, representa as forças por estados mecânicos em um sólido elástico, sugerindo mais explicitamente a propagação das forças elétrica e magnética por processos mecânicos no éter (Silva & Martins 2003). Estas analogias tinham um forte caráter matemático, mas também uma preocupação em permitir a formação de imagens mentais dos fenômenos eletromagnéticos, isto é, imagens com caráter mecânico envolvendo

² Para mais detalhes, veja Silva & Martins (2003).

³ Coincidentemente, na época. George Gabriel Stokes havia acabado um elegante estudo sobre sólidos elásticos, proporcionando um novo enfoque sobre a dinâmica dos meios contínuos, que influenciou fortemente Thomson.

deslocamentos, rotações, forças, etc. Esta abordagem baseada na construção de modelos mecânicos pelo uso de analogias exerceu grande influência sobre Heaviside, como será discutido a seguir.

Em seus trabalhos, Maxwell fez grande uso dos modelos mecânicos desenvolvidos por Thomson para representar os fenômenos eletromagnéticos. Maxwell não tomava as equações de campo como a única coisa importante. Para Maxwell, as analogias físicas proporcionavam um método de investigação que permitia visualizar cada passo até se atingir uma concepção física clara, sem a necessidade de hipóteses baseadas em outras teorias físicas.⁴ Ele pensava ter construído uma teoria mecânica do campo eletromagnético, na qual o campo era um meio material e contínuo. Para Maxwell, relacionar eletromagnetismo com uma teoria de éter era importante, pois lhe parecia fundamental a existência de modelos mecânicos adequados para explicar os fenômenos físicos e que, ao mesmo tempo, permitissem formar imagens mecânicas destes fenômenos.⁵

Maxwell publicou em 1856 o artigo *On Faraday's lines of force*, no qual dedicou-se a unir as idéias de Michael Faraday sobre linhas de força com as analogias matemáticas desenvolvidas por Thomson. Neste trabalho, Maxwell desenvolveu uma analogia entre as linhas de força e o movimento de um fluido incompressível e sem massa através de um meio resistivo com fontes e sumidouros. Neste artigo, apesar de Maxwell ter aplicado a idéia de linhas de força para vários casos (eletrostática, magnetismo, eletrodinâmica), não havia um modelo unificado que permitisse formar uma idéia clara dos mecanismos que explicariam os fenômenos elétricos e magnéticos, pois cada fenômeno era explicado de uma forma diferente e independente dos outros.

O próximo artigo de Maxwell sobre o assunto foi *On physical lines of force*, publicado em duas partes, em 1861 e 1862. Seguindo Thomson, Maxwell desenvolveu a analogia entre fenômenos eletromagnéticos e movimentos das partículas de um sólido elástico tensionado (o éter), de modo que o deslocamento angular (rotação) era proporcional à força magnética e o deslocamento relativo das partículas vizinhas correspondia em magnitude e direção à quantidade de corrente elétrica passando pelo ponto correspondente do campo eletromagnético.⁶

Em 1873 Maxwell publicou seu livro *Treatise on electricity and magnetism*, no qual expôs sua teoria eletromagnética na forma mais madura. Maxwell tinha a convicção de que era possível explicar mecanicamente os

⁴ Maxwell (1965), vol. 1, p. 188.

⁵ Para mais detalhes sobre os modelos mecânicos de Maxwell, veja o capítulo 1 de Silva (2002)

⁶ Maxwell (1861). Neste mesmo trabalho, Maxwell apresenta seu famoso modelo baseado nos vórtices para explicar o fenômeno da indução eletromagnética (indução de corrente em um circuito devido à variação em outro).

fenômenos eletromagnéticos e, portanto, explorou vários modelos de éter mecânicos diferentes para descrever tais fenômenos. No entanto, ao escrever o *Treatise on electricity and magnetism*, Maxwell não se restringiu a explorar nenhum modelo mecânico específico, pois os detalhes destes modelos eram altamente arbitrários e controversos.

3. As contribuições de Oliver Heaviside

O físico inglês Oliver Heaviside (1850-1925) desenvolveu seus principais trabalhos sobre eletromagnetismo na segunda metade do século XIX e foi fortemente influenciado pelo contexto da época. Na física britânica do século XIX havia uma forte tendência para o desenvolvimento de modelos realistas para entender os fenômenos eletromagnéticos, como vimos brevemente na seção acima. A maior parte dos físicos vitorianos acreditava que a matéria e o éter possuíam uma natureza mecânica, portanto imaginavam que seria possível construir modelos que realmente explicassem a realidade física ou que ao menos fossem muito próximos a ela.

As tentativas de Thomson e Maxwell de representar o meio elétrico por modelos mecânicos abriram um novo campo de investigações. O estudo desses modelos mecânicos pareceu ser um caminho para explicar as forças elétrica, magnética e gravitacional pela ação do meio e com isso deixar de lado as teorias de ação à distância. A teoria eletromagnética, associada à busca de explicações mecânicas para os fenômenos eletromagnéticos presente no trabalho de Thomson e Maxwell, exerceu enorme influência na época. Os pesquisadores que estudavam o eletromagnetismo e o éter dedicaram-se, entre outras coisas, a construir vários modelos que fossem consistentes internamente com os princípios mecânicos e que também fossem capazes de explicar um grande número de fenômenos relacionados com eletromagnetismo e óptica.

Em seus estudos teóricos sobre o éter e eletromagnetismo, uma das principais preocupações de Heaviside era encontrar o modelo, entre os vários existentes, que melhor representasse o éter e suas propriedades ópticas e eletromagnéticas. Para isso, Heaviside analisou os vários modelos mecânicos desenvolvidos ao longo do século XIX na coletânea de artigos reunidas no livro *Electromagnetic Theory*, publicado pela primeira vez em 1892.

De uma maneira geral, Heaviside analisou os modelos de éter que tratam o deslocamento de uma pequena porção de matéria combinando quatro idéias simples: translação, rotação, mudança de tamanho (associada a compressão) e mudança de forma (associada a distorção). Apesar de ter sido fortemente influenciado pelos modelos de sólido elástico, considerados por Thomson e Maxwell, Heaviside analisou também modelos de sólidos elásticos mais

sofisticados, considerando outros tipos de elasticidade além da resistência a compressão e a distorção.⁷

Todas analogias discutidas por Heaviside são boas em alguns aspectos e ruins em outros. Todas são deficientes em um aspecto vital: envolvem a elasticidade de distorção e conseqüentemente energia de distorção – que não possui análogo no eletromagnetismo. Por outro lado, as equações eletromagnéticas sugeriam fortemente a existência de rotações que podiam ser descritas pela analogia com sólido elástico. Por isso, Heaviside julgou que valeria a pena manter o modelo de sólido elástico, porém deixando sua rigidez de lado ou negando que ela possuísse algum análogo eletromagnético. Um meio com estas propriedades já havia sido descrito por Thomson. O éter de Thomson tinha massa e também a propriedade de resistir à rotação através de um mecanismo que ele não tentou explicar. A massa envolveria inércia para translação e, portanto energia cinética; a resistência elástica a rotação armazenaria energia potencial. Desta forma, o éter seria capaz de permitir a localização da energia cinética e potencial, bem como explicar a propagação de ondas em um dielétrico estacionário (Heaviside 1971, pp. 242-43).

De uma maneira geral, os modelos explorados por Heaviside podiam ser separados em duas classes: as que consideravam a energia cinética associada ao movimento no sólido elástico (ou fluido) como análoga à energia elétrica e a energia potencial como análoga à energia magnética; ou vice-versa. Essa separação era importante porque a mesma classe de modelos que associava a energia elétrica à energia cinética e a energia magnética à energia potencial também associava a força elétrica com deslocamentos lineares e a força magnética com rotações no éter. A outra classe de modelos, fazia as associações contrárias.

Heaviside discutiu cuidadosamente, em oito casos diferentes, quais seriam as conseqüências da adoção de uma opção ou outra para as várias grandezas eletromagnéticas, como a permeabilidade magnética μ ou a permissividade elétrica χ (Heaviside 1971, pp.232-243). Outra questão importante discutida por Heaviside, foi a impossibilidade de determinar através de argumentos puramente teóricos qual seria o modelo mais adequado, uma vez que ambos eram capazes de explicar os fenômenos eletromagnéticos.

Entre as duas classes de modelos citadas acima, Heaviside (1971, p. 250-52) deixou claro que sua tendência era escolher a energia magnética como associada à energia cinética. Com esta escolha, a força magnética seria análoga a uma velocidade linear no meio elástico. As evidências a favor desta hipótese, que

⁷ Heaviside considerou também a possibilidade de o éter não ser um meio elástico, conforme Heaviside (1971), pp. 226-32.

já haviam sido discutidas anteriormente por Maxwell, não eram experimentais, mas sim teóricas.

4. Comentários finais

Na segunda metade do século XIX, vários pesquisadores buscavam desenvolver modelos para explicar os fenômenos eletromagnéticos através do uso de analogias com fenômenos mecânicos mais conhecidos. Entre eles, estavam William Thomson e James Clerk Maxwell. Este tipo de abordagem considerava importante que os modelos possibilitassem a construção de imagens mentais dos fenômenos físicos, isto é, imagens com caráter mecânico envolvendo deslocamentos, rotações, forças, etc. Como uma forma de permitir isso, entre outras razões, a existência de um meio material, que intermediaria todos os fenômenos eletromagnéticos, era tida como uma certeza no final do século XIX. Uma das questões fundamentais da época era determinar as propriedades físicas deste meio material.

Heaviside, entre outros de sua época, dedicou-se a determinar as propriedades do éter, tomando como ponto de partida que este seria capaz de permitir a propagação dos efeitos eletromagnéticos. Ele comparou a propagação de perturbações eletromagnéticas no éter com a propagação de movimentos em sólidos elásticos com propriedades diferentes. Encontrou, dessa forma, vários meios com propriedades diferentes possíveis. Heaviside partiu do fato de que as equações eletromagnéticas sugeriam fortemente a existência de deslocamentos lineares e rotações no éter, que podiam ser descritas pela analogia com sólido elástico, como nos modelos desenvolvidos por Thomson, Maxwell e outros. As analogias entre a propagação dos fenômenos eletromagnéticos no éter e a propagação de perturbações mecânicas nestes meios guardavam grande semelhança entre os elementos de cada uma das teorias; no entanto, todas falhavam em algum ponto.

Após analisar cuidadosamente os pontos positivos e problemáticos de vários modelos diferentes, Heaviside julgou que valeria a pena manter o modelo de sólido elástico para o eletromagnetismo, pois com ele era possível explicar a existência destas rotações e deslocamentos lineares. De uma maneira geral, as analogias exploradas por Heaviside, consideram a energia cinética como análoga à energia elétrica e a energia potencial como análoga à energia magnética, ou vice-versa. A grande questão por trás deste tipo de discussão era saber se as grandezas elétricas e magnéticas seriam análogas a translações e rotações, ou vice-versa. No entanto, depois de analisar cuidadosamente essas duas classes de modelos possíveis, Heaviside não conseguiu obter argumentos que favorecessem uma classe em relação à outra, deixando, assim, a questão da determinação da escolha

do modelo de éter indeterminada. Heaviside não apresentou uma solução para o problema, mas teve um importante papel ao explicitá-lo e discuti-lo cuidadosamente. Seu trabalho influenciou muitos pesquisadores posteriores, tendo sido frequentemente citado como ponto de partida para o estudo da natureza mecânica das grandezas elétricas e magnéticas.

Bibliografia

- Darrigol, O. (2000), *Electrodynamics from Ampère to Einstein*. New York: Oxford University Press.
- Heaviside, O. (1971), *Electromagnetic theory*, New York: Chelsea Publishing Company.
- Hess, M. (1972), “Models and analogy in science”, em Edwards, P. (ed.), *The encyclopedia of philosophy*, New York: MacMillan, Vol. 5, pp. 354-359.
- Maxwell, J. C. (1861), “On physical lines of force, part I”, *Philosophical Magazine* [série XX] 21, 161-75.
- Maxwell, J. C. (1865), *Scientific papers*. Edited by William Davidson Niven. New York: Dover, 1965.
- Maxwell, J.C. (1954), *Treatise on electricity and magnetism*, New York: Dover.
- Silva, C. C. & Martins, R. A. (2003), “William Thomson e o uso de analogias e modelos no eletromagnetismo” *Epistemología e Historia de la Ciencia* 9, 401-409.
- Silva, C. C. (2002), *Da força ao tensor: evolução do conceito físico e representação matemática do campo eletromagnético*. Tese (doutorado), Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física “Gleb Wataghin”.

O problema da individuação em biologia à luz da determinação da unidade de seleção natural*

Karla Chediak
UERJ

Introdução

Neste artigo, analisamos a relação entre a concepção de múltiplos níveis de individuação biológica e a hipótese da existência de múltiplos níveis de seleção. A tese que sustenta haver níveis diferenciados de ação da seleção tem sido defendida por vários autores que reconhecem a importância da seleção no nível do gene, mas não aceitam que esse seja o único nível a ser considerado no processo de seleção natural.

Desse modo, mostramos que é possível se supor que a seleção natural tenha um papel de agente individuante e que quanto mais intensa for sua ação, mais individuado será o nível.

Primeiramente, discutimos o conceito de indivíduo; em seguida, introduzimos o problema dos níveis de seleção e, por fim, refletimos sobre a relação de ambos.

Indivíduo Biológico

Em um processo de geração de uma estrutura, qualquer que seja sua natureza, pode-se distinguir entre o que diz respeito à sua formação e ao seu resultado. Ao se considerar o problema da determinação do indivíduo biológico, sob a perspectiva evolucionista ou não, faz-se necessário tratar do processo que responde por sua formação, que se denomina individuação. Desse modo, há duas questões inter-relacionadas: a que discute a natureza do que está sendo produzido - o indivíduo - e a que trata do processo de sua formação - a individuação.

A delimitação do conceito de indivíduo é um problema clássico na filosofia. De modo geral, aceita-se que o termo indivíduo não corresponde ao universal, na medida em que universal diz respeito a uma classe, ou seja, a um conjunto de indivíduos possuidores de caracteres comuns. Associa-se o conceito de indivíduo ao de particular, sendo que nem todo particular é indivíduo. O termo

* Agradeço aos professores Osvaldo Pessoa Jr. (USP – Br) e Maurício de Carvalho Ramos (USJT – Br) pelos comentários, críticas e sugestões feitos ao texto original desse artigo.

particular concerne não só a um único elemento, mas também a um grupo de elementos, tratado de modo indeterminado, quando se refere a uma parte de um todo.¹ Sendo assim, indivíduo está mais relacionado ao termo singular, entendendo-se por esse o indivíduo real concreto que, no caso dos seres vivos, refere-se geralmente ao organismo.

De fato, certas características têm sido consideradas necessárias para que se possa dizer de algo que é um indivíduo, sendo algumas delas bastantes gerais, por isso, comuns a qualquer universo considerado, e outras mais específicas, relativas ao domínio dos seres vivos.

A primeira característica fundamental para se determinar o que é um indivíduo é a unidade. É necessário haver unidade suficiente para que possamos entendê-lo como distinto dos outros e formando consigo próprio uma realidade. Essa característica corresponde à identidade própria de um indivíduo, em que há forte dependência entre suas partes e uma relativa independência do mundo externo. Com relação às individualidades biológicas, ressalta Wagensberg: “um indivíduo vivo é uma parte do mundo com alguma identidade e tende a tornar-se independente da inconstância do mundo que o rodeia” (2000, p. 493). Isso não significa que o indivíduo seja totalmente independente de seu meio; por trocar energia, matéria e informação com o meio, é pensado como sistema aberto. No entanto, possuir uma identidade significa manter sua estrutura, forma, composição, etc, pelo tempo de sua vida, resistindo assim às inconstâncias e incertezas externas.

A segunda característica é a da totalidade. Um indivíduo forma um todo, pois se não é verdadeiramente um átomo, suas partes têm de formar um todo para ser considerado um. A idéia de um indivíduo vivo formando um todo acompanha a exigência de unidade e integração, porém não se identifica com elas, pois requer que indivíduo seja mais do que a mera soma de suas partes.²

Ao falarmos de partes, enunciamos já uma outra característica associada ao conceito de indivíduo que é a interação de suas partes, de modo a formar uma estrutura com continuidade, interna. A característica de totalidade está intimamente conectada com a noção de integração, mas uma não anula a outra, já que designam propriedades distintas, mesmo que interdependentes. Considerando

¹ O primeiro sentido usualmente associado ao termo “particular” é indivíduo, mas, o termo também se refere à parte de um todo: “aquilo que não pertence a todos os indivíduos de uma espécie considerada, mas a alguns deles ou mesmo a um só” (Lalande, 1985, p.743).

² “Órgão é mais geral do que fígado e, quando um fígado está infectado, então, por definição, um órgão tem de estar infectado. Porém, quando o fígado se torna infectado, todo o organismo adoece. Existe uma conexão causal entre o todo e suas partes que não existe entre a classe e seus elementos” (Ghiselin, 1997, p. 40).

o indivíduo vivo, observa Sober que a interdependência de suas partes deve ser entendida em termos funcionais. “Na medida em que a dependência funcional vai se reduzindo, o conjunto das partes torna-se cada vez menos um indivíduo” (2000, p. 154). Desse modo, quanto maior for a integração entre as partes de uma entidade, mais individuada ela será. Deve-se distinguir, assim, um agregado vivo não unitário de um indivíduo, pois nos casos em que não há integração funcional, não há individualidade, mesmo que isso não signifique exigir que a integração ocorra o tempo todo e de forma homogênea. Por exemplo, populações de organismos de espécies assexuadas não integrariam suficientemente suas unidades, por isso, não formariam indivíduos ou teriam um grau muito baixo de individualidade.

A exigência de integração constante fez com que, muitas vezes, só se utilizasse o termo indivíduo para designar o organismo, mas esse não parece ser o único nível de estrutura individuada no mundo vivo. Considerando as características assinaladas acima, é possível afirmar que existem outros níveis, pois a individualidade não é algo que se tenha de forma absoluta ou não se tenha, mas apresenta gradações. Por exemplo, uma colméia pode ser compreendida como uma individualidade, mesmo que seus componentes, as abelhas, não estejam dentro dela todo o tempo (Lee & Wolsan, 2002, p. 653).

Uma outra característica comum a toda individualidade é a restrição de sua existência no espaço e no tempo (Brandom, 1990; Hull, 1978; Lee&Wolsan, 2002). Todo indivíduo tem necessariamente começo e fim e o desmembramento das suas partes põe fim à integração e também à existência do indivíduo.

Essas características apresentadas para delimitar um indivíduo são bastante amplas, presentes tanto numa concepção tradicional, baseada no modelo hilemórfico, em que o indivíduo é compreendido a partir da união da forma com a matéria, quanto numa concepção evolutiva. Porém, na concepção tradicional, as exigências são satisfeitas na própria definição de espécie, enquanto que numa concepção evolucionista, elas relacionam-se diretamente com a realidade empírica onde são considerados os casos que possam satisfazer os critérios determinados. Nesse caso, dificilmente se consegue satisfazer a todos os critérios sem que se façam concessões ou se estabeleçam limites. Eles são necessariamente relativizados, porque os indivíduos não podem ser totalmente isolados do processo evolutivo que os gerou e adquirem certo grau de incompletude e abertura, indicando que, na realidade, estão inseridos num processo permanente de diferenciação. Assim, é possível conceber-se que individualidades biológicas são realidades temporárias, mais ou menos bem delimitadas, com algum grau de unidade e identidade internas, continuidade e integração funcional entre suas partes.

Na realidade, determinar o que é o indivíduo biológico não é tarefa fácil, porque existem muitos casos em que não é possível se decidir onde começa e onde termina um indivíduo, como por exemplo, quando se considera o limite que separa o mesmo de um outro organismo, nos casos de reprodução assexuada por divisão e por brotamento. Também quando se consideram os animais capazes de regenerar grande parte de sua estrutura corporal, muitas vezes fica difícil justificarse porque ele continua sendo o mesmo. No caso dos vegetais, o problema é ainda mais complicado, pois, muitas vezes, a delimitação de um organismo, bem com de uma espécie, é bastante difícil.

Além disso, o problema de se determinar o que é o indivíduo biológico estende-se para além da consideração dos limites de um organismo. Ele se apresenta quando se reflete sobre o limite que isola um organismo dentro de uma colônia, quando se questiona até que ponto colônias ou mesmo sociedades devem ser pensadas como indivíduos e quando se considera uma população ou uma espécie.

Evolução e Individuação

Uma das especificidades importantes do processo evolutivo é a inseparabilidade de seus dois momentos: o processo e o seu produto. Essa característica de inseparabilidade do processo e do produto distingue o processo evolutivo do procedimento de produção em que o objeto produzido indica um ponto final no processo de produção e é o resultado de um plano preconcebido que determina como ele deve ser. A perspectiva evolucionista não pode ser compreendida segundo esse modelo; ao contrário, por priorizar o processo, promove, como consequência, uma alteração na compreensão do indivíduo, pois esse perde, com relação à concepção tradicional, os atributos de fixidez, completude e suficiência, passando a responder por uma realidade que só ganha pleno sentido quando relacionada ao processo que a gerou e ao qual ele dá continuidade.

A relativização do indivíduo chegou a ser refletida por alguns filósofos como Gilbert Simondon (1926-1987) e Henri Bergson (1859-1941), que apreenderam o caráter precário das individualidades biológicas. Essas foram pensadas como um efeito do processo evolutivo, aquilo que ele já atualizou e que não mais o afeta a não ser como veículo de novas atualizações. O indivíduo estaria reduzido a um efeito, não só inativo, mas, às vezes, entendido até de forma negativa, como nos informa Anne Fargot-Largeault, quando diz:

“O que há de comum entre essas metafísicas do século XX é pensar que o processo de individuação é ontologicamente mais profundo do que o

indivíduo, que a multiplicidade dos indivíduos separados não é o dado ontológico último; que, ao contrário, os indivíduos emergem de um fundo, cujas potencialidades eles atualizam sem esgotar-lhe o sentido” (1994, p. 21).

O conceito de evolução considerado por esses filósofos não é darwinista, pois nenhum dos dois acreditava que a seleção natural fosse um mecanismo importante no processo de evolução. No entanto, com a teoria sintética da evolução, a tese fundamental de Darwin ganhou força e credibilidade entre biólogos e filósofos e um dos temas discutidos hoje pelos filósofos da biologia é o da relação entre individuação e evolução por seleção natural. A consideração do conceito de seleção natural levanta novas questões sobre o problema da individuação que não se apresentavam nem na perspectiva tradicional, que concebia o indivíduo como bem delimitado pelo conceito de espécie, nem a partir do evolucionismo metafísico, que, ao contrário, desqualificava o indivíduo. Na teoria da evolução por seleção natural, o processo evolutivo deve ser considerado como um mecanismo que envolve basicamente a sobrevivência diferenciada de entidades a partir da existência de variação em aptidão e da hereditariedade.

Há ainda muitas discussões sobre o papel da seleção natural no processo evolutivo. De modo geral, admite-se que, mesmo não sendo o único agente da evolução, ela tem tido importante papel na evolução da vida e na formação de indivíduos biológicos, particularmente na formação de estruturas específicas com funções complexas. Desse modo, a questão é saber de que forma se compreende a individuação e o que faz com que algo seja um indivíduo, considerando-se o conceito de evolução por seleção natural.

O problema que se apresenta ao se estabelecer a correlação entre individuação e evolução é relativo à natureza da relação entre esses dois conceitos. É razoável supor que a evolução tem como efeito a individuação e que, por isso, todo produto da evolução é um indivíduo. Isso não implica a identificação entre individuação e seleção natural, porque evolução e seleção natural não se identificam já que se admite que há outros fatores agindo no processo evolutivo. Porém, a seleção natural torna-se um importante fator de individuação, se realmente for um importante agente de evolução, devendo assim ser levada em conta quando se lida com o problema da individuação biológica. Estabelece-se, então, uma conexão e até uma dependência mútua entre os conceitos de indivíduo e de unidade de seleção que definem os níveis de organização biológica que sofrem a ação da seleção natural.

Individuação e Seleção Natural

Ao tratar do problema da individuação e do indivíduo à luz da teoria da evolução e da tese da seleção natural, estabelece-se uma relação entre indivíduo e unidade de seleção. É verdade que esses dois problemas, a saber, a determinação do indivíduo e da unidade de seleção não são idênticos. Com relação à determinação da unidade de seleção, devem ser investigados quais níveis de realidade estão sujeitos à ação da seleção; enquanto que a determinação da individualidade supõe uma compreensão conceitual do que é o indivíduo, ou seja, supõe o estabelecimento de critérios a guiar a investigação na natureza. No entanto, o que observamos é que a relação entre unidade de seleção e indivíduo subjaz às discussões sobre os níveis de seleção. Por um lado, é isso o que se conclui quando se considera o que diz Hull na seguinte passagem:

Qualquer coisa que possua as características necessárias para serem selecionadas, no mesmo sentido em que os organismos são selecionados, possuem as características necessárias para contarem como indivíduo e não como grupo. Nem todos os indivíduos podem funcionar como unidades de seleção, mas apenas indivíduos podem ser selecionados. No entanto, muitas entidades comumente tratadas como grupos são realmente indivíduos (Hull, 1980, p. 313).

Nesse sentido, indivíduo não deve ser identificado com organismo, mas designa um conjunto de características passíveis de serem encontradas em outros níveis de realidade biológica. Além disso, ao afirmar que embora nem todo indivíduo seja unidade de seleção, toda unidade de seleção é indivíduo, Hull estabelece uma estreita relação entre individuação e processo de seleção, pois este teria importante papel na emergência de diversos níveis de organização biológica. O processo de seleção se teria iniciado desde o surgimento das primeiras entidades replicadoras, que por serem unidades de seleção já seriam indivíduos: “As unidades de seleção surgiram ao longo da história da vida. A vida provavelmente começou com moléculas auto-replicadoras. Nessa era, a seleção ocorria necessariamente sobre moléculas”(Buss, 1987, p. 188).

Por outro lado, a seleção natural torna-se agente individuante. É o que se compreende da passagem abaixo, quando Sober diz que se a seleção natural favorece geralmente o organismo e raramente o grupo e é de se supor, por isso, que o organismo seja mais individuado do que o grupo.

Se a seleção natural usualmente favorece características que são benéficas para o organismo individual, mas raramente favorece traços benéficos para o grupo, não é acidental que julguemos serem as espécies mais difíceis de se

individualar do que os organismos. A seleção natural tornará os organismos freqüentemente objetos funcionalmente integrados, cujas partes interagem de forma a beneficiar o todo. Não será surpresa se a seleção estritamente do organismo produza sempre populações que apresentam grau muito baixo de individualidade (Sober, 2000, p. 162).

Desse modo, não apenas a seleção age sobre indivíduos, mas é também um agente individuante, ou seja, produz indivíduos.

Níveis de Unidade de Seleção

Muito se tem discutido sobre o problema da unidade de seleção e sobre se existe apenas um ou vários níveis de unidade de seleção. Os candidatos à unidade de seleção podem ser organizados em três grupos: os organismos, os situados acima, como o grupo, e os situados abaixo desse nível, como o gene.

Alguns geneticistas consideram o gene como a verdadeira unidade de seleção. Essa tese é defendida por vários autores, entre eles Williams e Dawkins. Esse último em *O gene egoísta* afirma: “Sustentarei que a unidade fundamental de seleção e, portanto, do interesse próprio, não é a espécie, nem o grupo, nem mesmo, a rigor, o indivíduo – é o gene, a unidade de hereditariedade” (1989, p. 31). Uma razão que apresenta para apoiar tal posição é a de que os genes, por serem os replicadores, são os que permanecem, enquanto que os organismos são efêmeros. Por isso, no fim das contas, o que está sendo selecionado são os genes.

Muitos filósofos da biologia colocam em discussão a tese de que o gene é o único ou o principal nível de seleção. Mayr, entre outros, sustenta sua crítica no fato de que a seleção natural age primeiramente sobre organismos e só indiretamente sobre os genes. “o resultado da seleção é determinado pela interação entre o ambiente externo e os processos fisiológicos do organismo como um todo. Não existe seleção interna” (1998, p 656).

Já Sober e Wilson, baseados na tese de que todos os processos evolutivos podem ser, em última instância, remetidos ao nível de seleção gênica, afirmam:

“Se mesmo a seleção de grupo puder ser representada como uma forma de seleção genética, então, o selecionismo gênico não é alternativa substancial a nada. A teoria do gene egoísta é vazia, se ela é consistente com qualquer um dos tipos do processo de seleção” (1994, p. 549).

Desse modo, os autores não negam que haja seleção gênica, mas sustentam que o problema da unidade de seleção estaria em saber: “se os genes evoluíram de modo a beneficiar os indivíduos em relação a outros indivíduos dentro de uma mesma população ou se evoluíram beneficiando um grupo, em relação a outros

grupos considerando uma meta-população” (Wilson, 1999, p. 434). A seleção gênica talvez seja a única instância de seleção sempre presente, o que não significa ser o gene a única unidade de seleção existente.

É mais ou menos nesse sentido que vai a crítica de Buss ao selecionismo gênico. O autor não nega o gene como um nível de seleção, mas procura mostrar que considerar somente o interesse egoísta dos genes não esclarece suficientemente o processo que gerou as distinções existentes entre os níveis de organização biológica. A explicação de que complexos moleculares, células, organismos e populações evoluíram por interesses egoístas dos genes não explica de que forma a vida se organizou hierarquicamente.

Para Buss, o problema dos níveis de seleção natural deve ser abordado a partir de dois planos. O primeiro é o da evolução da vida que poderia ser compreendida como: “a história da transição entre diferentes níveis de seleção” (1987, p. 190). O segundo é o problema da coexistência de diferentes níveis de seleção, uma vez que não há apenas um nível, mas vários em uma relação de hierarquia, pois cada nível de organização que emerge é um novo nível de seleção. No princípio, a seleção agia sobre moléculas replicadoras, porém, com a formação de outros níveis de organização biológica, novos níveis de seleção surgiram. Segundo Buss, a seleção ocorre sobre o nível mais alto a partir do ambiente externo sempre que a unidade mais baixa estiver fisicamente contida na mais alta, como na relação entre as células e o organismo multicelular. Nesse caso, a seleção no nível mais baixo subsiste, mas o ambiente seletivo é o ambiente somático do nível mais alto, sendo esse nível o agente seletivo. No caso em que o nível mais baixo não está contido no mais alto, a seleção ocorre ou pode ocorrer em ambos os níveis, como no organismo e na população. Poder-se-ia falar em sinergismo e conflito nas relações entre essas diversas unidades de seleção que coexistem.

Na realidade, o organismo, desde Darwin, por ser o indivíduo reprodutor, tem sido visto como o candidato mais natural à unidade de seleção e Mayr é um dos defensores dessa perspectiva, pois acredita que a seleção de grupo, na maioria dos casos, pode ser explicada pela seleção individual e que o gene não é a unidade de seleção: “Ao contrário, os naturalistas, desde Darwin, bem como os geneticistas mais lúcidos sempre enfatizaram que não são os genes, mas sim os organismos como um todo – potencialmente indivíduos reprodutores – que são as unidades de seleção” (1998, p. 656).

No entanto, há muito se conjectura sobre a existência de níveis de seleção existentes abaixo e acima do nível do organismo. Por exemplo, Brandon (1990) considera que os módulos são níveis de seleção situados abaixo do nível do organismo. Módulos equivalem às partes de um organismo que evoluem de modo mais ou menos independente das outras partes. É o caso, por exemplo, dos membros anteriores dos mamíferos. Eles teriam evoluído de forma relativamente

independente, gerando estruturas homólogas, porém bastantes distintas nas baleias, nos morcegos e nos humanos. Conceber módulos como unidades de seleção implica ainda reconhecer a integração de dois aspectos da seleção: uma relacionada ao fenótipo, em que o módulo deve funcionar como um todo tendo em vista alguma função ecológica bem definida, e a outra relativa ao genótipo, pois para evoluir de forma independente é necessário que haja redes ou módulos genéticos, com alto grau de integração interna e baixo grau de conexão externa.³

Mayr condena a atomização do organismo, quando diz que: “a estratégia errônea, atomista-reducionista, de dissecar um organismo em tantas partes quanto possível, demonstrando o valor seletivo de cada uma dessas peças, ocasionou algumas disputas em torno do conceito de adaptação como um todo” (1998, p. 658). No entanto, a proposta de Brandon de que módulos são unidades de seleção é convincente, principalmente, quando a relacionamos com a tese de Buss de que há uma distinção entre ambiente externo e ambiente somático. Módulos estariam sujeitos a seleção no ambiente do próprio organismo. Portanto, ainda que o benefício de sua evolução atingisse o organismo como um todo, a seleção no nível do organismo seria distinta da seleção no nível do módulo, por isso, não parece ser possível incorporá-la à seleção no nível do organismo.

A existência de níveis de seleção acima do organismo levanta o problema da seleção de grupo. Apesar de muitas vezes negada por aqueles que só reconhecem como nível de seleção o organismo ou o gene, a seleção no nível de população tem gerado muitas discussões, sobretudo, quando se consideram a vida social e a existência de altruísmo na natureza. Wilson e Sober, em seu artigo *A critical review of philosophical work on the units of selection problem*, defendem a existência da seleção de grupo, portanto, que unidades acima do organismo podem ser consideradas unidades de seleção. Segundo esses autores, o altruísmo é um exemplo de comportamento que requer o conceito de seleção de grupo. Altruísmo significa por definição uma ação que resulta no detrimento do interesse próprio e no benefício do interesse do grupo. Sem dúvida, muitos esforços foram feitos para explicar esse comportamento à luz da teoria do gene egoísta, mas, segundo Sober:

“Se o organismo for a exclusiva unidade de seleção, então, a seleção natural trabalharia sempre *contra* a evolução do altruísmo. Se o grupo é, às vezes, unidade de seleção, então, a seleção natural favorece, às vezes, traços altruísticos” (Sober, 2000, p. 91).

³ “Um módulo de seleção é um conjunto de genes, seus produtos e interações (...) Isso é o que a evolução por seleção natural separa, seleciona e transforma. Esses módulos são as unidades de evolução por seleção natural” (Brandon, 1990, p. 177).

Segundo o autor, a evolução de um comportamento altruísta seria altamente improvável no caso de um grupo isolado, pois o indivíduo altruísta tenderia a ser eliminado. Porém, se houver competição entre os grupos num processo de expansão de populações, esse comportamento poderia evoluir, porque os grupos altruístas tenderiam a crescer e se expandir mais rapidamente do que os egoístas.

Então, numa mesma população, poderia considerar-se a existência de uma força seletiva interna que favoreceria os indivíduos egoístas frente aos altruístas, mas também uma outra força seletiva agindo entre as populações, favorecendo o comportamento altruísta em detrimento do egoísta. O resultado do conflito dessas forças dependeria da diferença de intensidade existente entre elas e determinaria o curso da evolução.

Segundo essa hipótese, a seleção agiria em diferentes níveis. Sober & Wilson conceberam uma fórmula geral que expressa as condições exigidas para que certa estrutura seja unidade de seleção. Diz ela: “objetos no nível X seriam unidades de seleção na evolução do traço T no nível X se e somente se um dos fatores que influenciaram a evolução de T fosse que T conferisse um benefício para os objetos no nível X” (1994, p. 536).

Essa fórmula mostra que também para esses autores não há apenas um único nível em que ocorre a seleção. Ao contrário, ao determinar as condições gerais exigidas para que uma estrutura seja unidade de seleção, ela aponta para uma compreensão pluralista dos níveis de seleção, em que se reconhece a existência de vários níveis de seleção, situados tanto acima como abaixo do organismo.

A defesa da existência da seleção de grupo está longe de ser uma unanimidade entre os biólogos; ao contrário, aceita-se geralmente que existe seleção no nível do organismo, ou do gene, e que essa poderia resultar num benefício para o grupo, mas, nesse caso, o grupo não poderia ser considerado unidade de seleção.

Porém, ainda que o grupo não possa ser selecionado diretamente, ou seja, mesmo que não seja alvo de seleção, basta que ele seja um nível que indiretamente é beneficiado pela seleção para que se possa estabelecer uma maior interação entre o conceito de seleção e o de individuação.

Níveis de Seleção e Individuação

De fato, os organismos são as entidades que melhor satisfazem as exigências que determinam o que é um indivíduo e são também uns dos principais candidatos à unidade de seleção. Porém, mesmo nesse caso, nem sempre os limites são precisos, como, por exemplo, quando consideramos alguns tipos de vegetais ou quando consideramos os organismos que se dividem binariamente. Neste caso,

concebe-se, em geral, que o indivíduo originário não prossegue sua existência em nenhum dos dois outros indivíduos gerados, supõe-se que ele se desfez ao se dividir. No entanto, quando se consideram os seres capazes de regenerar-se e muitos deles podem perder mais da metade de seu corpo e ainda assim reconstituir-se, julga-se que se tratam ainda dos mesmos indivíduos. Na realidade, não há critério capaz de determinar os limites sequer de um organismo. Sober chama a atenção ainda para o fenômeno da morte dos organismos, que por ser um processo e não de um acontecimento instantâneo, igualmente tem impreciso seus limites, sobretudo quando se leva em conta a exigência de integração das partes. A integração das partes de um indivíduo vai deteriorando-se gradativamente e, em certos estados, torna-se difícil determinar se ele ainda está vivo ou já está morto (2000, p. 155).

Os candidatos situados abaixo do nível do organismo, tais como o gene, o genoma ou o módulo, podem ser compreendidos como unidades de seleção e como indivíduos, porém, devido ao grau de dependência e integração funcional que possuem com o organismo ao qual pertencem, suas individualidades são mais relativas e parciais do que a individualidade encontrada no organismo.

Já com relação aos outros candidatos que se colocam acima do organismo, acreditamos haver uma forte correlação entre a determinação da individualidade e da unidade de seleção. Por exemplo, as colônias são fortes candidatos a unidade de seleção, pois são usualmente consideradas superorganismos graças ao elevado grau de integração existente entre os organismos componentes. Sua individualidade seria semelhante a dos organismos e, por isso, mais facilmente reconhecida.

Com relação às populações, a questão é mais complicada, na medida em que nem todas possuem integração funcional a ponto de serem entendidas como indivíduos. Como vimos, Sober considera que as populações de espécies assexuadas não estabelecem integração suficiente entre seus organismos e, por isso, seriam realidades históricas e não individualidades biológicas, por consequência, dificilmente seriam unidades de seleção. Já as populações de organismos sexuais podem ser consideradas individualidades devido à integração funcional que existe entre seus organismos. Essas interações sexuais são consideradas suficientes para integrar os indivíduos de uma população e fazer dela uma unidade, tornando-a, segundo Sober, em vários aspectos semelhantes aos organismos e, ainda que suas partes sejam menos interdependentes funcionalmente do que as partes de um organismo, podem também ser unidades de seleção.

O problema de tratar a espécie como indivíduo é um dos mais difíceis. Essa questão relaciona-se com a forma como se compreende o conceito de espécie: tipológico, nominalista ou biológico. A definição biológica, tal como apresenta Mayr, é a de que espécie é: “uma comunidade reprodutiva de populações

(reprodutivamente isolada de outras) que ocupa um nicho específico na natureza” (1998, p.309). Uma das grandes dificuldades enfrentadas por esse conceito biológico de espécie é que, por se basear no isolamento reprodutivo das populações, não pode ser aplicado às populações assexuadas; para elas devem ser utilizados outros critérios como nicho ecológico e diferenças morfológicas e ecológicas.⁴ Segundo Sober, essas populações tampouco devem ser consideradas indivíduos e, conseqüentemente, não possuiriam condições para serem unidade de seleção. No entanto, as espécies sexuadas, como podem ser tratadas como indivíduos, são candidatas a serem unidades de seleção, particularmente quando compreendidas como espécie biológica.

Segundo Sterelny, para que uma espécie possa ser unidade de seleção é necessário que haja propriedades da espécie distintas das do organismo que a compõe, que elas sejam adaptativas e relevantes causalmente, podendo responder por transformações no *pool* genético da espécie. Há casos em que as propriedades da espécie são relevantes para a sobrevivência, mas não são hereditárias, como por exemplo, o tamanho da população, não sofrendo assim a ação da seleção natural. No entanto, há casos em que se poderia assinalar a existência de propriedades da espécie capazes de sofrer ação da seleção. Sterelny fornece o exemplo do traço relativo à distribuição de uma espécie, casos em que a expansão da espécie é uma propriedade da linhagem, apurada pela seleção cumulativa.⁵

Há muitas divergências entre os evolucionistas sobre a possibilidade de se tratar a espécie como indivíduo e como unidade de seleção. De certa forma, a dificuldade de se considerar a espécie como unidade de seleção revela que quanto maior a distância entre os níveis de seleção acima do organismo e o próprio organismo, mais difícil torna-se sua determinação como indivíduo.

Pode-se sustentar, a partir dessas análises, a hipótese de que há múltiplos níveis de individuação biológica, com graus diversos de individuação, assim como múltiplos níveis de seleção com graus diversos de ação. De fato, não há um critério absolutamente preciso para se determinarem os limites que separam um

⁴ “O conceito biológico de espécies baseia-se no isolamento reprodutivo das populações. Tal conceito, por isso, não pode ser aplicado a grupos de animais e de plantas desprovidos da reprodução bissexual. Em relação a esses organismos, não existem populações, no sentido convencional da biologia” (Mayr, 1998, p. 320).

⁵ Sterelny cita o exemplo de uma linhagem de morcego que se expandiu geograficamente e ecologicamente após ter sobrevivido a um evento que teria provocado a extinção de espécies rivais: “Então ela sobrevive ao próximo evento e extinção e o processo se repete. Nesse caso, a distribuição é propriedade da linhagem adquirida por seleção cumulativa e a linhagem tem essa propriedade como resultado do processo de seleção” (Sterelny, 1999, p. 206).

indivíduo de um outro, e isso ocorre porque o conceito de indivíduo, quando associado ao processo evolutivo, perde precisão na sua delimitação. Além disso, o conceito de indivíduo biológico não se aplica a todos os níveis de realidade biológica da mesma forma. É possível supor-se que os níveis, sobre os quais a seleção natural incide com maior intensidade, apresentem maior nível de individuação do que os outros. Como é no nível dos organismos que melhor se observa a individualidade, ou seja, como é nesse nível que os critérios considerados são mais plenamente satisfeitos, é provável, então, que esse seja o principal nível de ação da seleção natural.

A aproximação entre o problema da individualidade biológica e da unidade de seleção também é importante para a compreensão da relação entre o indivíduo e o processo de individuação. Apesar de o conceito de individualidade biológica não possuir delimitações precisas ou absolutas, o indivíduo não pode ser pensado somente como um produto inativo do processo evolutivo. Ele deve ser compreendido, de fato, como parte ativa desse processo, por ser o verdadeiro centro de discriminação das variações, por ser a instância ou o crivo por que passam as inovações, conservando as viáveis e eliminando as inviáveis. O termo viável refere-se simplesmente à exigência de o indivíduo manter-se na existência através da capacidade de sobreviver e reproduzir. Porém, não designa apenas o que conserva a forma constituída, aprimorando-a ou especializando uma parte do indivíduo, designa também o movimento que desfaz a forma constituída, iniciando o aparecimento de novas individualidades. Quer dizer, é preciso que qualquer inovação componha com a realidade já existente, seja aprimorando-a, seja conduzindo-a por novos caminhos. Do contrário, esse novo indivíduo torna-se inviável e desaparece e isso não diz respeito apenas ao nível do organismo, mas a todos os níveis em que a individuação ocorre.

Referências bibliográficas:

- Bergson, H. (1969) *A evolução criadora*. Trad. Nathanael C. Carneiro. Rio de Janeiro: Zahar.
- Brandon, R. (1996) *Concepts and methods in evolutionary biology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Brandon, R. (1990) The units of selection revisited: The modules of selection. **In** *Biology and philosophy* **14**: 167-180.
- Buss, L. W. (1987) *The evolution of individuality*. Princeton: Princeton Univ. Press.
- Dawkins, R. (1979) *O gene egoísta*. Trad. Geraldo Florsheim. São Paulo: Itatiaia/Edusp.

- Fagot-Largeault, A. (1994) L'individuation en biologie. **In** Collective. *Gilbert Simondon – une pensée de l'individuation et de la technique*. Paris: Albin Michel, 19-54.
- Ghiselin, M. (1997) *Metaphysics and the origin of species*. New York: State Univ. of New York Press.
- Hull, D. (1978) A matter of individuality. **In** *Philosophy of science* **45**: 335-360.
- Hull, D. (1980) Individuality and selection. **In** *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**: 311-332.
- Lalande, A. (1988) *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Paris: Presses Univ. de France.
- Lee, M. & Wolsan, M. (2002) Integration, individuality and species concepts. **In** *Biology and Philosophy* **17**: 651-660.
- Mayr, E. (1998) *O desenvolvimento do pensamento biológico. Diversidade, evolução e herança*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: UNB.
- Simondon, G. (1964) *L'individu et sa genèse physico-biologique*. Paris: PUF.
- Sober, E. (2000) *Philosophy of biology*. Colorado: Westview.
- Sober, E., Wilson, D. S. (1994) A critical review of philosophical work on the units of selection problem. **In** *Philosophy of science* **61**: 534-555.
- Sterelny, K. & Griffiths, P. (1999) *Sex and death*. Chicago: Univ. Chicago Press.
- Wagensberg, J. (2000) Complexity versus uncertainty: The question of staying alive. **In** *Biology and philosophy* **15**: 493-508.
- Williams, G. C. (1984) Excepts from adaptation and natural selection. In SOBER, E. *Conceptual issues in evolutionary biology*. Cambridge: MIT Press, 121-141.
- Wilson, D. S. (1999) A critique of R. D. Alexander's views on group selection. **In** *Biology and Philosophy* **14**: 431-449.

Quinton's neglected argument for scientific realism*

Silvio Seno Chibeni†
Departamento de Filosofia, IFCH
Universidade Estadual de Campinas

In his influential 1962 article on the ontological status of theoretical entities, Grover Maxwell put forward an argument for scientific realism which became known as “the argument from the continuum”. Maxwell’s direct target was the “observational-theoretical dichotomy”, an essential distinction for the logico-positivistic case against scientific realism. But as van Fraassen was to remark later, this distinction involves a category mistake: “[t]erms or concepts are theoretical [...]; entities are observable or unobservable” (1980, p. 14; my italics). What really matters for the realism/anti-realism debate is the latter distinction. Fortunately, Maxwell’s argument can be construed as bearing on the possibility of drawing the observable/unobservable distinction. Here is the original argument:

The point I am making is that there is, in principle, a continuous series beginning with looking through a vacuum and containing these as members: looking through a window-pane, looking through glasses, looking through binoculars, looking through a low-power microscope, looking through a high-power microscope, etc., in the order given. The important consequence is that, so far, we are left without criteria which would enable us to draw a non-arbitrary line between “observation” and “theory”. Certainly, we will often find it convenient to draw such a to-some-extent-arbitrary line; but its position will vary widely from context to context.

Thus, the essence of the argument is that, given the existence of such a continuous series of detection devices, any attempt to isolate a domain of observable things and events will be vitiated by the vagueness, arbitrariness, contextual dependence and anthropocentric character of the distinction.

The argument from the continuum had a considerable impact on the anti-realist positions typically held at the time, and contributed to the rising tide of scientific realism in the following two decades. It is perhaps no coincidence that

* I would like to thank Luiz Henrique Dutra, Marcos Rodrigues da Silva, Olimpia Lombardi, and specially Michel Ghins for helpful comments on earlier versions of this paper.

† Caixa Postal 6110, 13083050, Campinas, SP, Brazil. E-mail: chibeni@unicamp.br.

when Bas van Fraassen resolutely set out to swim against that tide, he begun by attacking Maxwell's argument (van Fraassen 1980, sect. 2.2). Van Fraassen tried to deflect the thrust of the argument by casting anti-scientific realism in exclusively epistemological moulds. Thus, he could afford to agree with Maxwell that the observable/unobservable distinction cuts no "ontological ice" (Maxwell 1962, p. 8). But he maintained that the distinction that can be drawn is, notwithstanding the mentioned characteristics, perfectly suitable for his "constructive empiricist" anti-realist position. According to van Fraassen, something is observable just if there are circumstances in which it could be observed by an *ordinary human being* with unaided senses. Now the real issue of scientific realism is, he claims, what epistemic attitude (belief in truth, belief in empirical adequacy) *ordinary human beings* should take toward scientific theories. And to "*this* question what is observable to *us* seems eminently relevant" (p. 18; my italics).

What makes room for this successful manoeuvre is the fact that the argument from the continuum is a *negative* argument, i.e., it aims to show that certain anti-realist positions are untenable.¹ By proposing a form of anti-realism differing substantially from those at which the argument aimed, van Fraassen could accept its premises, and even its immediate conclusion (that the observable/unobservable distinction is vague, anthropocentric, etc), without *ipso facto* surrendering to scientific realism. (Actually, much of the appeal of constructive empiricism stems exactly from the fact that it is a relatively weak brand of anti-realism.) This circumstance underlines the importance of Quinton's argument, since, as we shall see, it is a *positive* argument for scientific realism, i.e., it offers direct, independent support for this epistemological position.

In *The Nature of Things* (1973) Quinton offers an insightful, far-reaching analysis of several central metaphysical and epistemological notions and theses. It doesn't belong to the scope of the present article to inquiry into Quinton's original and, in many cases, intriguing positions. Its purpose is to isolate, and comment briefly, an interesting argument he offers for scientific realism.² In the chapter entitled "Theory", a section devoted to observability directly addresses the issue of the epistemic reliability of instruments that allegedly enhance visual perception. After noting that many things are said to be unobservable in the weak, practical sense that they require special attention to be perceived, Quinton adds:

¹ For the distinction between negative and positive arguments for realism, see Putnam (1975), p. 72.

² Given Quinton's views about material objects in general (see Quinton 1973, part I, and, for a more concise statement, Quinton 1964), the version of scientific realism he has in mind is very restricted, but this point need not concern us here.

An issue of principle arises only with the objects apparently revealed to our perception when our senses are assisted by various sorts of instrument. The detailed structure of a snow crystal that we see under a magnifying glass is something we should ordinarily regard as having been observed. Is this a legitimate step? What counts in its favour is the fact that *all the features of things that are observable without this modest kind of instrumental assistance are still observed with it*, along with some other features as well. But once we admit that a thing can be literally observed with a magnifying glass there seems no point at which we can reasonably say that we are observing, not the thing itself, but its effects as we move along the series of ever more refined and sophisticated observational aids: from magnifying glasses to microscopes and from ordinary microscopes to electron microscopes with vast powers of magnification. The argument from continuity applies even to the latter. The properties and constituents of the specimen that are visible without assistance are all seen through the electron microscope at the lower levels of magnification, although greatly enlarged. *As the magnification increases some of the detail that was observed at the preceding stage is still there to be seen* (pp. 301-2; italics added).

As we see, the argument explores the same kind of ordered series of magnifying devices appearing in the argument from the continuum. Also, Quinton points to the existence of a “continuity” along the series. We submit that this similarity between the arguments has misled readers of Quinton’s book to take the above argument as being just another restatement of the argument from the continuum.³ Apparently, no explicit note was taken of the argument in the literature. To the best of our knowledge, the only other complete statement of (effectively) the same argument appeared much later, in Seager (1995), pp. 467-468. No reference to Quinton’s original version is made, however. Furthermore, the argument is there mistaken for Maxwell’s argument (p. 468), and when possible objections to the argument are considered, van Fraassen’s reply to Hacking’s “argument of the grid” is discussed instead.⁴

³ For an example of such a restatement, see Smart (1968), pp. 152-3.

⁴ Despite these inaccuracies, Seager’s analysis of the argument is, under other aspects, very perceptive. After drawing attention to a pair of real micrographs of the sternal gland of an ant, found in Hölldobler and Wilson (1990, p. 231), which nicely illustrates the controlled continuity argument, he remarks, for instance: “Personally, I find it almost impossible to resist the conviction that the [unobservable pheromone] receptacles are there, more or less as imaged [...]. I feel that it would be something of a preposterous coincidence that any imaging system would produce such pictures, given the hind end of an ant as ‘input’, while at the same time no such structure exists in the ant” (p. 467). (The reference to Hölldobler and Wilson’s book is missing in Seager’s article; it is supplied in the reference list, below.)

It is also remarkable that Quinton himself failed to underscore the important differences between his argument and the argument from the continuum. But in point of fact although the basic ingredients of the familiar argument are clearly present in the situation envisaged by Quinton, its conclusion – namely, that the distinction observable/unobservable is arbitrary, etc. – is not drawn, at least not explicitly. More crucially, Quinton’s argument evokes an important consideration, which is entirely missing in the familiar argument from the continuum. As the underlined sentences indicate, Quinton realized that with a suitable choice of instruments and specimens it is possible to *control* each step in the series, as to the reliability of the putative magnifying instrument. This control results from the *overlapping* of the visual patterns occurring in any pair of successive instruments: what is seen with (or, more neutrally, *in*) instrument *n*, in its upper levels of magnification, is also seen, *in an exactly resembling pattern*, with instrument *n+1*, in its lower levels of magnification. In the following page Quinton himself refers to a “*confirming continuity*”, in the situation studied. The new argument could, accordingly, be called the “*controlled continuity argument*”.

As an argument for scientific realism, Quinton’s argument involves two presuppositions. First, there is commitment to realism about observable, ordinary objects. As Quinton remarks, the series begins with observation with unaided senses, and this observation should be interpreted realistically. But this premise poses no special difficulty, for nowadays the typical contenders on the issue of scientific realism are all realists about ordinary objects. The other substantial epistemological assumption made in the argument is that if an instrument is able to faithfully reproduce a certain structure, it will also be trustful with respect to certain other structures seen *in the same visual field*, but which did not appear in the preceding instrument. This assumption looks extremely plausible. Only by an unbelievable coincidence such phenomena would occur in the absence of a correct causal relation with an independently existing entity.

This analysis suggests that the controlled continuity argument is a kind of *abductive* argument. The best (only?) explanation for the phenomena of partly overlapping, confirming visual patterns in the series of instruments seems to be the existence of an object capable of causally interacting with the instruments in the way scientists (and scientific realists) ordinarily assume they do.⁵

⁵ In a previous work (Quinton 1964), Quinton had come close to state the controlled continuity argument (p. 345). But its key ingredient was expressed rather imperfectly. As a result, Quinton mistook this forerunner as being “an essentially analogical argument” – seeing something directly and through a microscope seem to be analogous “kinds of observational access”. We hope to have made clear that the complete, final version of the argument has much more to recommend it than this naive-looking analogy.

Notice also that Quinton's argument for scientific realism is quite straightforward, in the sense that it does not involve commitment to the truth of any particular scientific theory. In other words, the conclusion that we have good grounds to believe in the existence of certain "unobservable" entities does not come *via* support to the truth of scientific theories postulating such entities. The argument is, thus, germane to the defence of a mild form of scientific realism championed by Nancy Cartwright (1983) and Ian Hacking (1981, 1983, 1984), namely *realism about entities* (as opposed to realism about theories).

It should be remarked, in this connection, that one of Hacking's main arguments for this kind of scientific realism, "the argument from coincidence", bears a close resemblance to the controlled continuity argument. Considering the case of two (or, typically, more) structurally similar micrographs obtained with microscopes of entirely different functioning, Hacking remarks that it "would be a preposterous coincidence if, time and again, two completely different physical processes produced identical visual configurations which were, however, artifacts of the physical processes rather than real structures in the cell" (1983, p. 201). What is missing here, relatively to Quinton's argument, is just reference to the possibility of building a controlling series of visual patterns, *beginning with unaided observation*. This point is important, because it shows that the typical contemporary anti-realist can be led step by step to deeper levels of "unobservable" reality, starting from a realm in which, by his own admission, anti-realism is unattractive.

The similarity between Hacking's argument from coincidence and the controlled continuity argument, coupled with an analysis of the former made by Reiner and Pierson (1995), lends further support to our interpretation of the latter as a kind of abductive argument. These authors convincingly show that, *pace* Hacking, the argument from coincidence "invokes explanatoriness as a mark of truth – [which] is just the feature of IBE [inference to the best explanation] that has been so criticized" (p. 64). On the basis of this analysis Reiner and Pierson launch a dilemma against Hacking: "If IBE fails as a defence of realism, then Hacking's argument likewise fails; otherwise his argument is largely unnecessary, since the other arguments for scientific realism suffice" (p. 68). But we believe the second horn of the dilemma is untenable. In contrast to logical arguments, abductive arguments are not waterproof; they are plausibility arguments only. The more abductive arguments you have for a given claim the better. And the appeal of Hacking's and Quinton's arguments derives largely just from the straightforward character of the explanatory problem-situation they explore (as compared e.g. with Putnam's "miracle" argument).

These realist arguments appear thus to have better prospects of warding off van Fraassen's well-known strategy of substituting an emasculated form of IBE for

the usual one, when the latter involves unobservable entities: the best explanation has, he holds, epistemic credentials only for empirical adequacy, not for truth *simpliciter*. Given the pervasive problem of the empirical underdetermination of theories, this point gives pause to many realists. But in the cases considered by Quinton and Hacking, we are not confronted with the issue of the empirical equivalence of high-level scientific theories, but with the *prima facie* more decidable choice between the common-sense, unsophisticated realist explanation that the series of visual patterns have a real cause in some unobservable item, and the outlandish idea that they are experimental artefacts.

One could at first think that this point can be extended, *mutatis mutandis*, to the other main argument offered by Hacking, the “argument from engineering”, which is also intended by him to be a theory-free argument for entity realism. Several recent analyses of the argument indicate, however, that it is not, and cannot be as independent from high-level theories as Hacking claims.⁶ In a sense, then, the argument from engineering appears to be more vulnerable to anti-realist criticism than the more direct argument from coincidence.⁷ The almost exclusive attention given to the former in the literature is thus unjustified.

Van Fraassen himself has attempted to refute the argument from coincidence, by claiming that the similarities in the observed images result from a deliberate process of filtering away dissimilarities when the instruments were made: “Since I have carefully selected against nonpersistent similarities in what I allow to survive the visual output processing, it is not at all surprising that I have

⁶ Morrison (1990), Resnick (1994), Iranzo (2000). By examining an example taken from contemporary physics, Morrison argues, further, that the manipulability criterion – which lies at the basis of the argument – is not always sufficient to ground belief in the reality of putative scientific entities (pp. 11-13). She also claims that Hacking’s argument from coincidence is not, and was not intended by Hacking as an argument for scientific realism (p. 5). Unfortunately, however, Morrison offers no evidence at all for these contentious claims. Finally, Resnick and Iranzo both persuasively argue that the argument from engineering is a kind of abductive argument, being thus, in this respect, on a par with the argument from continuity.

⁷ We would not, however, go as far as Reiner and Pierson, who hold that “[n]othing in Hacking’s argument [from engineering] can forestall van Fraassen’s usual objection against realists, which would here consist in pointing out that the beliefs behind our experimental practices of relying on certain causal relations may be merely that these practices, or perhaps the phenomenological theories that describe the causal interactions in question, are empirically adequate, rather than true” (1995, p. 67; italics added). The authors do not show how this general objection bears on the specific case considered by Hacking in his argument from engineering. Also, van Fraassen’s own reply to Hacking (1985, pp. 297-300) does not focus sharply enough on this argument. But discussion of this point lies beyond the scope of the present paper.

persistent similarities to display to you” (1985, p. 298). We do not know whether van Fraassen would suggest a similar reply to Quinton’s argument. But in any case we find this kind of claim very hard to accept. First, as Hacking underlines, coincidences of the relevant kind can be observed to occur not with two, but with a dozen or more entirely different instruments. Secondly, even if we admit, for the sake of argument, that the conception and construction of all these instruments in different epochs and by independent makers followed an explicit plan to get coincident images, the trick could conceivably work, at best, with a single specimen, but never with the endless variety of specimens that have been examined since the first microscope was invented centuries ago.⁸

Notice, to finish up that, as anticipated above, the controlled continuity argument is a *positive* argument for scientific realism. It offers direct grounds for believing in “unobservable” entities, independently of any possible weakness of anti-realist doctrines (apart, of course, of their apparent incapacity of affording a minimally plausible explanation for the phenomena explored in the argument). Thus, Putnam seems to have gone a bit too far when he asserted, famously, that “[t]he positive argument for realism is that it is the only philosophy of science that doesn’t make the success of science a miracle” (1975, p. 73; my italics). Putnam’s “miracle” argument is the most influential and, arguably (given its wide scope), the strongest positive argument for scientific realism, but it doesn’t seem to be the only one.⁹

References

- Cartwright, N.: 1983, *How the Laws of Physics Lie*, Oxford: Clarendon Press.
Hacking, I.: 1981, ‘Do We See Through a Microscope?’, *Pacific Philosophical Quarterly* **62**, 305-22. Reprinted in: P. M. Churchland and C. A. Hooker (eds.): 1985, *Images of Science*, Chicago: University of Chicago Press, pp. 132-152.

⁸ While pointing out other weaknesses in van Fraassen’s reply to Hacking, William Seager has, apparently, swallowed van Fraassen’s story about contrived coincidences (Seager 1995, pp. 462, 464, and specially 467, n. 2; these passages appear, however, to contrast with Seager’s remark quoted in footnote 4, above). For the sense of unreality conveyed by van Fraassen’s philosophy of science in general, see e.g. Schlager (1988).

⁹ Smart’s “cosmic coincidence” argument (1968, pp. 150-1) is another important positive, abductive argument for scientific realism. (And it should not be confused, as often happens, with Putnam’s “miracle” argument, as it operates at a different explanatory level.) All of Hacking’s “experimental” arguments for entity realism also clearly belong to this category; but they were published after Putnam wrote those words.

- Hacking, I. 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, I.: 1984, 'Experimentation and Scientific Realism', in: J. Leplin (ed.): *Scientific Realism*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, pp. 154-172.
- Hölldobler, B and Wilson, E. O.: 1990, *The Ants*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Iranzo, V.: 2000, 'Manipulabilidad y entidades inobservables', *Theoria* **15**, 131-153.
- Maxwell, G.: 1962, 'The Ontological Status of Theoretical Entities', in: H. Feigl and G. Maxwell (eds.): *Scientific Explanation, Space and Time* (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. III), University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 3-27.
- Morrison, M.: 1990, 'Theory, Intervention and Realism', *Synthese* **82**, 1-22.
- Putnam, H.: 1975, 'What Is Mathematical Truth?', in: H. Putnam: *Mathematics, Matter and Method* (Philosophical Papers, vol. I), Cambridge: Cambridge University Press, pp. 60-78.
- Quinton, A.: 1964, 'Matter and Space', *Mind* **73**, 332-352.
- Quinton, A.: 1973, *The Nature of Things*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Reiner, R. and Pierson, R.: 1995, 'Hacking's Experimental Realism: An Untenable Middle Ground', *Philosophy of Science* **62**, 60-69.
- Resnick, D. B.: 1994, 'Hacking's Experimental Realism', *Canadian Journal of Philosophy* **24**, 395-412.
- Schlagel, R. H.: 1988, 'Experimental Realism: A Critique of van Fraassen's "Constructive Empiricism"', *Review of Metaphysics* **41**, 789-814.
- Seager, W.: 1995, 'Ground Truth and Virtual Reality: Hacking vs. van Fraassen', *Philosophy of Science* **62**, 451-478.
- Smart, J. J. C.: 1968, *Between Science and Philosophy*, New York: Random House.
- Van Fraassen, B. C.: 1980, *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press.
- Van Fraassen, B. C.: 1985, 'Empiricism in the Philosophy of Science', in: Churchland, P. M. and Hooker, C. (eds.): *Images of Science*, Chicago: University of Chicago Press, pp. 245-308.

El tratamiento de la relevancia en textos próximos a los orígenes de la lógica

Graciela M. Chichi[†]
CONICET- UNLP

I. Referencias sobre la cuestión

El presente escrito llama la atención sobre textos griegos que se ocupan de la relevancia,¹ con la propuesta de integrarlos a la fuente antigua que se suele reconocer al respecto. Considerando que los *Primeros Analíticos* atestiguan la fundación griega de la lógica,² los textos que presentaré pertenecen a los albores de esa fundación y tal vez por eso no fueron considerados entre los testimonios de la relevancia. Pero tanto Platón como Aristóteles hablaron de “refutar (o no) según el asunto (*prágma*)”, de “atender (o no) al asunto”, y de elementos “relacionados (o no) con el discurso (*lógon*)”, en cuyo caso tales giros prefiguran condiciones para evaluar argumentos o refutaciones en contextos particulares, pero antes describen la relación entre sus respectivos componentes. Mis comentarios a esos pasajes señalarán además las estrechas correspondencias que guarda ese tratamiento antiguo de la relevancia con el planteo de aquellos teóricos de la argumentación que hoy están entre las referencias sistemáticas de la cuestión, tal como veremos.

La categoría de "falacias de relevancia/ atinencia" aparece sin más en el respectivo tratamiento estándar: es el criterio para agrupar famosas falacias no-formales que no se alcanzan a explicar de otra forma.³ Manuales de lógica como el de Irving Copi hablan de *atinencia lógica* al comentar algunas falacias, sobre todo, en vista de enseñar a separar el apoyo que las premisas de un argumento ofrecen (o no) a la verdad de su conclusión, por un lado, de las condiciones de su emisión (a saber: el emisor, su carácter, móviles, etc.), por el otro. Ni el origen de la enunciación ni su fuerza expresiva tendrían, pues, que ver con la verdad de la tesis

[†] gchichi@isis.unlp.edu.ar

¹ *Relevance* entre los anglosajones. Míguez tradujo, de Copi, atinencia, cfr. (1974) p. 600 y sus páginas.

² Para la cuestión del origen del silogismo, cfr. Sainati (1973), pp.1-8.

³ van Eemeren, Grootendorst (1992) p.147; Walton se refiere a Copi, cfr. (1995) cap. 6.

ni menos aún con la solidez del presunto argumento.⁴ Argumentos tales como el *ad hominem*, el *ad populum*, el *ad baculum*, el *ad misericordiam*, etc, exponen distintos tipos de inatención - precisaríamos -, porque lo que dicen sus respectivas premisas no ofrece razones ni avales adecuados, no corresponde, no tiene que ver con la conclusión ni con su pretendida verdad, a pesar de que constaten cierta atención psicológica que los hace persuasivos. Relevancia no parece un requisito resignable para la argumentación del lenguaje ordinario; tardíamente llega a identificársela como la relación de mutua conveniencia o de adecuación significativa, constatable según contexto, entre las proposiciones que sirven de apoyo y la respectiva conclusión del argumento.⁵

Ahora bien, la cuestión de la relevancia alcanza desarrollo en dos sedes que alcanzo a diferenciar, a saber: una en enfoques formales debidos a ciertos lógicos de la relevancia que criticaron la noción clásica de deducción y sostuvieron la relevancia (significativa) como condición necesaria para el argumento válido, invocando la autoridad de Aristóteles en los *Primeros Analíticos*, consignados sin más precisión.⁶ El segundo enfoque, que rescata mi escrito, reconoce la crítica de Hamblin a lo que éste llamó tratamiento estándar de falacias y proviene de conspicuos teóricos de la argumentación que conservan la noción de *relevancia* entre los tres requisitos del “buen argumento”, junto con el de suficiencia y el de aceptabilidad;⁷ y sobre estas bases asumieron el proyecto de identificar otros aspectos de la relevancia (probativos y pragmáticos), en vista de evaluar intervenciones particulares, que no son ya enunciados sino actos de habla (preguntas, respuestas, argumentos y tácticas en general), conforme a distintos tipos de diálogos.⁸

La fuente antigua sobre la relevancia sería, entonces, un pasaje de *Pr. An.* II 17 (65b12-23), al que, entiendo, se refieren los apuntados lógicos (no clásicos) de la relevancia. Ese texto habla de la inadecuación de razones ejemplificada por cierto (ab)uso de la tesis de Zenón de Elea que aparece antes en las *Refutaciones*

⁴ Copi (1974), p.83 ss.; Mackie (1967), p.177. Sobre otros manuales, cfr. van Eemeren, Grootendorst (1992) p.147-9.

⁵ Walton (1995) p.177; van Eemeren, Grootendorst & Snoeck (1996) p.21 nota 29.

⁶ Cfr. Palau (2002) p.111, al hablar de A.Anderson y N.Belnap; como requisito necesario cfr. pp. 108 y 189.

⁷ Entre los importantes: van Eemeren, Grootendorst & Snoeck (1996) p.178 y “premissary relevance” de Blair (1992) pp.215-216, sin ser exhaustiva. Para ilustrar la distancia con el planteo formalista señalo que para los autores la aceptabilidad reemplaza al requisito de la verdad, que no sería suficiente en casos en que la verdad no se conoce ni parece necesaria cuando es cuestionable que la haya en principio, cfr. 179.

⁸ van Eemeren, Grootendorst (1992) p.141 ss; Blair (1992), Walton (1992) pp 29,74-45; (1995) pp.170, 194. Walton afirma que cuestiones de relevancia son *relativas*: conforme a contexto y al objetivo de cada diálogo.

Sofísticas, en la prehistoria de la lógica. En cambio, los teóricos de la argumentación tienen como fuente el cap. 6 de las *Refutaciones* - que citaré *SE* - bajo el rótulo de *ignoratio elenchi*.⁹ El “malentendido o desconocimiento de la refutación” configura el intento aristotélico de “reducir” los argumentos sofísticos (cfr. *ib.* 168a19) a la noción de *refutación* en sentido estricto (*ib.* 5, 167^a23-28), en cuanto se la contraviene precisamente. Las seis falacias lingüísticas y otros dos tipos extralingüísticos- el de tomar por absoluto lo relativo y el de las preguntas múltiples – exponen faltas a la contradicción (“*antiphrasis*”); mientras que sólo tres tipos “extralingüísticos”¹⁰ faltan a la noción de “*syllogismós*” porque refutación es el argumento cuya conclusión es contradictoria (*ib.* 1, 164b27-165^a3).¹¹ Hasta los manuales de lógica de comienzos del siglo XX se reservaron la categoría de “*ignoratio elenchi*”, pero independizada del elenco aristotélico de falacias cuando agruparon tácticas heterogéneas cuestionables por evadir u obstaculizar la tesis a debate, por lo cual expondrían casos de conclusión irrelevante.¹²

Queda, entonces, presentar tal como pretendo el tratamiento antiguo sobre la relevancia, esto es, desde su origen. Los textos a revisar perfilarán las figuras (los *dialécticos*) y las contrafiguras (los *erísticos*) de la dialéctica antigua, donde hizo antesala la reflexión aristotélica sobre el argumento.

II. Platón y el criterio de “atender al asunto del que se habla”

Un texto, a mí entender, central sobre la relevancia pertenece al *Gorgias*:

Supongo, Gorgias, - habla Sócrates - que tú también tienes la experiencia de numerosas discusiones y que has observado a <quienes> disuelven las reuniones porque no pueden fácilmente precisar aquello sobre lo que (*perí hōn*) discuten aún después de haberse escuchado. Hasta cuando desacuerdan son hostiles y toman con maldad y en tono personal cualquier corrección mostrándose querellantes, sin examinar lo propuesto en la discusión (*ou zetoúntas tò prokeímenon en tōi lōgōi*). Algunos terminan separándose del modo más vergonzoso: llegan a injuriarse y a descalificarse hasta hacer que el auditorio se arrepienta de haberlos escuchado.” (*Gorgias* 457c6-e)... ¿En vista de qué digo esto? Tú - Gorgias - no pareces estar diciendo cosas

⁹ Krabbe (1992) pp.272 y 276.

¹⁰ A saber, del accidente, tomar como causa lo que no es causa y la *petitio principii*, porque el tercer tipo es lo que los latinos llaman *ignoratio elenchi* y la del consecuente puede ser un caso de accidente.

¹¹ Hamblin (1970) expuso los problemas de la reducción aristotélica, p.88.

¹² Walton desautoriza que dichas falacias informales sean faltas de relevancia, cfr.1995, 174, 190, 197.

consecuentes (*akóloutha*) ni coherentes (*sýmphona*) con lo que inicialmente dijiste sobre la retórica. Temo entonces que al refutarte, supongas que hablo con ánimo de querellar, no en relación al asunto (*pròs tò prâgma*) a causa de resultar claro, sino en contra de ti (*allà pròs sé*).” (*ib.* 457e4-458^a1).¹³

A esa altura Sócrates observa la mala conducta y arrebató de quienes, cuando desacuerdan con otros, son incapaces de precisar acerca de qué hablan y qué defienden y, animados por la polémica a cualquier precio, llegan a ofender a sus interlocutores y a intimidar a sus espectadores. Platón tiene *in mente* cómo los políticos imponen sus planteos frente a otros (*ib.*456^a), y (re)define ciertos “erísticos”¹⁴, en alternativa a (dialécticos) quienes investigan lo propuesto en el discurso. Sócrates instruye a su interlocutor Gorgias sobre dos tipos de refutaciones en estricta correspondencia con dos planos: una refutación conforme *al asunto* porque atiende a lo afirmado sobre una cuestión, por ej., sobre la retórica (457e2), y otra refutación “respecto del tú”, literalmente ceñida al ataque al interlocutor, que entiendo mejor como “en contra de”. Antes de ver aquí documentada la regla básica del diálogo -¿socrático?- que atiende al asunto en vista de alcanzar la verdad,¹⁵ rescato que Platón proponga la refutación en clara alternativa a los recursos agonales de la época, como procedimiento idóneo para zanjar desacuerdos entre dichos mediante el recurso de determinar si las distintas respuestas del interlocutor resultan (o no) mutuamente concordantes y consecuentes. Las refutaciones propias atienden, entonces, al objeto de examen en común, para lo cual es necesario guardar orientación adecuada. Cuando se deja de lado al interlocutor (el tú: Gorgias) y se atiende al asunto (*toû lógou héneka*), se gana dominio sobre el curso del diálogo en su conjunto. El propio asunto determina las preguntas: su pertinencia satisface la condición de ser claro cuando se habla (*ib.*453c1-4).

Platón recrea otro intercambio de criterios para evaluar la práctica de los participantes. Hippias, uno de los más sabios helenos (*Hippias Menor* 372b), no está conforme con el interrogatorio de Sócrates, quien, después de ofrecerle casos similares, ha logrado que Hippias aceptara lo contrario de lo que había zanjado antes (sobre la sinceridad de Aquiles y la astucia de Odiseo, *ib.*367c4; respecto de 365b).

Sócrates - habla Hippias-, tú siempre tejes argumentos del estilo, no sólo cuando quedas detenido por lo más difícil del argumento, también cuando

¹³ Modifico la última línea de Calonge (1988), pp.145-146, porque diluye el contraste que quiere Platón. Las vocales subrayadas señalan las vocales largas griegas.

¹⁴ Entre otros testimonios, según Dodds (1959), pp.213-215.

¹⁵ Dodds (1959) p.214.

quedas colgado en esto prendido de lo pequeño, pero nunca polemizas con el asunto entero sobre el cual se habla.” (*Hip.Men.*, 369b8-c2).

Hippias reclamará luego la chance de retomar la cuestión a su estilo con pruebas oratorias. Sócrates, en cambio, justificará el suyo diciendo que para aprender de Hippias tiene que interrogar, examinar y relacionar lo que se ha dicho (*symbibázō tà legómena*); porque no se molestaría por los dichos de un interlocutor insignificante (369d-e). Sócrates no se avergüenza de aprender de aquél, por lo cual interroga hasta quedar agradecido que le responda (372c3 ss.). Resumiendo, Hippias no quiere medirse por victorias personales como los descalificados por el *Gorgias*, pero tampoco espera demorarse en “detalles”, sino que exige abordar la cuestión entera de la que se habla (369c1-2), lo cual incluye retomar las propias tesis y debatirlas a su modo. Para Sócrates también es importante abordar la cuestión (373c6-7), siempre que el interrogatorio esté orientado a escrutar la relación entre lo defendido y lo acordado en la marcha, su coherencia precisamente, de modo tal que para ser claro permanece dispuesto a demorarse en “lo pequeño” sea para despejar cierta ambigüedad sea para tratar cuestiones particulares comprendidas en la cuestión a debate.

Los textos revisados atestiguan, a mi entender, las versiones estándar y actual de *atinerencia/ relevancia lógica*, aquella consistente en atender al vínculo, al tipo de apoyo, en fin, a cómo determinadas premisas de un argumento justifican su conclusión (Blair, 1992, p.204). A la vista del actual enfoque pragmático, el reclamo de Hippias contempla lo que hoy se dice propio de la dimensión *global de la relevancia*, según la cual las razones tienen que ver con el tema, asunto o cuestión (*subject-matter*) a debate; mientras que el criterio de Sócrates documenta el sentido de *relevancia local*, aquel que involucra el examen de los elementos discursivos en el contexto particular del intercambio (Walton,1995, p.192 entre otras; van Eemeren, Grootendorst & Snoeck,1996, p.178).¹⁶ Otro punto paralelo al enfoque actual es el hecho de que Platón dramatiza situaciones en las que los propios participantes del intercambio avanzan, como creo, sobre las distintas dimensiones de la relevancia, en las que prospectiva o retroactivamente resultan propuestos recursos para examinar los resultados particulares. Mientras que *Gorgias* descarta tácticas dirigidas a las personas y a las emociones de terceros, ya el *Hippias Menor*— el primer escrito de Platón —afirma que el diálogo está orientado a examinar la cuestión o tesis propuesta a debate, para lo cual hay que atender, contra reclamo de algún experto en combates, tanto a las respuestas parciales como a su coherencia.

¹⁶ Las dimensiones hoy reconocidas sobre relevancia desarrollan las intuiciones con las que Grice presenta su máxima "Be relevant" en la categoría de relación del Principio Cooperativo (1975 citado por 1999, p.517).

III. Aristóteles y la relevancia en los orígenes de la lógica

El libro VIII de *Los tópicos* describe, no siempre linealmente, las condiciones bajo las cuales se refuta cierta tesis sometida a debate. Uno de los dos participantes pregunta en vista de argumentar a favor de la respectiva contraria (159b5-6), para lo cual no tiene que partir de lo que defiende el otro que responde¹⁷ sino de otras propuestas tales que, asentidas por éste, aquél concluya de ellas la correspondiente contraria. Aristóteles se jacta de no tener precedentes, tampoco cuando aborda las condiciones para responder (159^a32-37). El siguiente pasaje pertenece a esa reflexión inédita:

"Porque es necesario que todo lo preguntado sea o bien plausible o bien implausible o ni uno ni otro, también lo preguntado estará o bien en relación al argumento o bien no <estará> en relación al argumento..." *Tópicos*, VIII 6, 159b37-9.¹⁸

Aristóteles diferencia preguntas conforme a si el enunciado propuesto por ellas sea (o no) "*pròs tòn lógon*", cuya traducción literal, "en relación al discurso", queda ambigua. Se trata, mejor, de propuestas relevantes e irrelevantes para el argumento,¹⁹ tal como aquellas que Hippias exigía a Sócrates. Este criterio exige a quien responda examinar si de lo preguntado *se concluye o no* otra afirmación directamente contraria a su propia tesis inicial (VIII 6 160a5; "*syμβαίνεν*" *ib.* a7; *ib.* a10). Ahora bien, como la oposición dialéctica no reconoce noción explícita de cuantificación (*Top.* II, 1 y III, 6) ni menos aún la configuración analítica del argumento ("*sylogismós*") en tres términos, - requisitos suficientes ambos para explicar cómo se concluye (*Anal. Priora* I 4, 25b32 ss.) -, el diálogo aristotélico describe esa oposición en términos de y por referencia al mayor o menor asentimiento (*Top.* VIII 5, 159b38-b1) que despierte lo preguntado, a tal punto que el presentado criterio de lo relevante (o irrelevante) reclasifica el ámbito de posibles oposiciones dialécticas: quien pregunta pone a consideración (para que el interlocutor acepte o rechace) algo plausible,²⁰ algo implausible o indiferente, que

¹⁷ Como piensan van Eemeren y Grootendorst (1996), p.37. El diálogo del libro VIII de *Tópicos* fue tema de mi tesis doctoral, considerada un aporte original al estudio de la dialéctica aristotélica (extracto del acta labrada de la defensa, FFyL de la Universidad de Buenos Aires, 24/10/1996).

¹⁸ La traducción del texto griego (Ross, 1958, *ad locum*) es propia.

¹⁹ Dicho ahora por Smith (1997) p.30.

²⁰ Así traduzco del griego '*éndoxon*', cfr. Chichi, 1996. Sobre la combinación de propuestas en igual o distinta medida aceptadas, rechazadas o indiferentes (*ib.* 162^a19-23), Smith habla de aceptabilidad (1997), p.130.

será relevante o irrelevante, como dice el pasaje. Lo que Aristóteles haya recomendado en particular es materia de interpretación. Aunque presumiéramos un juego cooperativo consistente en aceptar lo relevante y plausible, ante una propuesta semejante Aristóteles recomienda: "hay que decir que parece plausible pero que es demasiado cercano a lo del comienzo, y que, si eso fuera concedido, se niega lo propuesto" (160^a3-6). Aconseja además aceptar lo superfluo o irrelevante para el argumento,²¹ y rechazar las relevantes, independientemente del grado de asentimiento (plausibles) o de rechazo (implausibles) del que ellas gocen.²²

Otro testimonio interesante pertenece al libro siguiente llamado *Refutaciones Sofísticas*, que presenta cierta dialéctica tentativa para desenmascarar al interlocutor ignorante (SE 8, 169b20-26), en cuyo caso hay argumentos falaces (erísticos) según el asunto ("katà tò prágma"), i.e. que no parten de lo aceptado por aquél. Este segundo giro (aristotélico) sobre relevancia²³ también aparece descalificando del campo de una disciplina los intentos (pruebas) de Brisón y de Antifón de cuadrar el círculo: aquella que toma premisas falsas y la otra por tomar las ajenas a la disciplina (171b16-18; 172^a4; a7). Un tercer tipo (de argumento sofístico) es el que no aporta razones específicas (*ek tòn idíon*, 172^a5) sino algo general: no vale entonces negar que sea saludable pasear después de comer por aducir que sea imposible el movimiento, tal como sostuvo Zenón de Elea (172^a8-9). Semejante premisa sería objetable por *inapropiada al asunto (subject-matter)*,²⁴ no da las razones de índole médica que sería el género propio de la conclusión. Esta vez no vuelve a documentarse la fórmula "katà tò prágma".

Cerrando el muestreo, el giro (*pròs tòn lógon*) del libro VIII reaparece en el compendio aristotélico de falacias: Aristóteles llama soluciones (*lýseis*) a aquellos recursos que detectan falsedad o error por referencia a cuatro blancos, a saber: (i) respecto del argumento (*pròs tòn lógon*) vertido, (ii) de eventuales preguntas equívocas, (iii) de las respuestas que formaron parte del argumento del interlocutor y, finalmente, (iv) por el escaso tiempo para discutir la cuestión (SE 33,183^a22-26). La fórmula de dos de ellas: respecto del argumento y respecto del "hombre" (*pròs tòn lógon...pròs tòn ánthropon lýousin*, cfr. 22,178b17), que es quien pregunta (183^a22), se involucró, a mi entender equívocadamente, con la fuente (aristotélica) del argumento *ad hominem* que John Locke admitiera como algo conocido.²⁵ Del presente enfoque liminal sobre las soluciones destaco para mi cuestión que el tratamiento aristotélico supo integrar los componentes intervinientes en el diálogo, como los planteos contemporáneos sobre falacias.

²¹ Cfr. *Top.* VIII 6, 160^a1-2 = regla 48; 160^a2-3 = regla 49 y 160^a8-10 = regla 52.

²² Cfr. 160^a3-6 = regla 50; 160^a6-8 = regla 51; 160^a10-11 = regla 53.

²³ Que deslindo de las apariciones de *práigma* que Ross consigna (1958), p. 258.

²⁴ Woods (1999), p.217. Para Hamblin es un caso de *ignoratio elenchi* (1970), p.63-64.

²⁵ Hamblin (1970), pp.161-162.

Concluyo el trabajo enumerando observaciones generales que señalan gruesos resultados en común sobre el material presentado: (1) los pasajes de Platón y de Aristóteles muestran cuestiones características de lo que hoy se llama “abordaje dialéctico” de la relevancia, porque es materia de reglas constitutivas y regulativas del intercambio.²⁶ (2) Esos autores griegos acuerdan con los contemporáneos en la necesidad de atender al tema o al asunto para pronunciarse sobre un argumento vertido en una discusión, e inclusive en contexto no-dialógico, a la vez que también requieren que las eventuales razones sean adecuadas al asunto, sea éste tema o la conclusión del argumento.

(3) Nuestro primer texto aristotélico sobre la relevancia deja abierto saber si Aristóteles acaso haya ofrecido indicios circunstanciados del primer reclamo en la historia (platónica) de la dialéctica, por el cual Hippias exigía atender a la cuestión que se debate, cuando Sócrates pedía quedarse en el detalle. Sin duda, Aristóteles reflexiona sobre diálogos ventilados en la Academia platónica, respecto de los cuales *Tópicos* y *Refutaciones* acuñan categorías metadialógicas. Precisamente, (4) los clásicos griegos tienen fórmulas o giros que tematizan, conforme a perspectiva, si las propuestas tienen (o no) que ver con la conclusión o el problema y, en tal caso, si son (o no) próximas. Conforme a esto plantean objeciones que tipifica la categoría académica de lo erístico o sofístico. En síntesis, (5) conforme al primer manual dialéctico sobre falacias (el aristotélico, i.e. *SE*), falaz (erístico) por irrelevancia sería, según Aristóteles, aquella refutación o demostración que no atiende a (i) lo aceptado por otro, cuando de esto se trate, (ii) ni atiende al género de las razones involucradas en la cuestión; queden aquéllas determinadas (iii) en y por el ámbito de saber que se trate, sea en carácter de (iv) premisas específicas o (v) de las reglas de procedimiento que fije ese arte.

Referencias bibliográficas

- Blair, A. (1992), “Premissary Relevance”, *Argumentation* 6, 203-217.
Chichi, G.M. (1996), “El concepto aristotélico de *éndoxon* según la técnica de discusión de *Los Tópicos*”, *Synthesis* 3, 91-108. Otra edición: J. Padrón (1998), *Aristóteles 1997. Actas de las Primeras Jornadas Aristotélicas Argentinas*, Mendoza: Ed. de la U.N. de Cuyo, pp.180-187.
Copi, I.M (1953), *Introduction to Logic*, N.York: Macmillan Publishing Co. (Versión castellana de la cuarta edición inglesa de 1972 de N.A.Miguez *Introducción a la lógica*, Buenos Aires: EUDEBA 1974.)

²⁶ Blair (1992), p.204 y Walton (1992), p.29 y (1995).

- Dodds, E.R. (ed.) (1959), *Plato Gorgias*, A revised Text with Introduction and Commentary by E.R.D, Oxford: O.U.Press. Del texto griego platónico tomo la versión castellana de J.Calonge, *Platón: Protágoras, Gorgias*, Madrid: Planeta 1998.
- Eemeren, F.van; R.Grootendorst (1992), "Relevance Reviewed: the Case of *Argumentum Ad Hominem*", *Argumentation* 6, 141-159.
- Eemeren, F.van; R.Grootendorst & F.Snoeck Henkemans (1996), *Fundamentals of Argumentation Theory. A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments*; Mahwah- N.Yersey: L.E.A. Publishers.
- Grice, H.P. (1975), "Logic and Conversation" in P.Cole and J.Morgan (eds) *Syntax and Semantic*, Academic Press, vol. 3, pp.41-58. (Versión castellana de J.J. Acero "Lógica y conversación" en: L.M.Valdés Villanueva (ed.) *La búsqueda del significado* Universidad de Murcia: Tecnos, 1991, pp. 511-530).
- Hamblin, C.L. (1970), *Fallacies*, Methuen & Co.Ltd. (1998, 2 ed. Newport, Virginia: Vale Press).
- Krabbe, E.C.W. (1992), "So What? Profiles for Relevance Criticism in Persuasion Dialogues", *Argumentation* 6, 271-276.
- Mackie, J.L. (1967), "Fallacies" en P.Edwards (ed.), *The Encyclopedia of Philosophy*, N.York: Crowell Collier Macmillan, vol. III, p. 177.
- Palau, G. (2002), *Introducción filosófica a las lógicas no clásicas*, Barcelona, Gedisa.
- Ross, W. D. (ed.) (1958), *Aristotelis Topica et Sophistici Elenchi* Oxford: Oxford University Press.
- Ross, W.D. (ed.) (1964), *Aristotelis, Analytica Priora et Posteriora*, Oxford: Oxford University Press, seventh impression 1991.
- Sainati, V. (1968) y (1973), *La storia del'Organon aristotelico* Firenze: Istituto di Filosofia dell'Università di Pisa, vol. I y II, respectivamente.
- Smith, R.(ed.) (1997), *Aristotle Topics Books I and VIII*, translation with a commentary by R.S., Oxford: Clarendon Press.
- Vancamp, B. (ed.) (1995), *Platon, Hippias Maior- Hippias Minor*, Textkritisch hrsg. von B.V., Stuttgart: Steiner Verlag.
- Walton, D. (1992), *The Place of Emotion in Argument* Pennsylvania: State Press.
- Walton, D. (1995), *A Pragmatic Theory of Fallacy*, Tuscaloosa-London: Univ. of Alabama Press.
- Woods, J. (1999), "File of Fallacies. Aristotle (384-322 B.C.)", *Argumentation* 13, 203-220.

Cómo ser un fraude exitoso: propaganda y falsedad en el discurso científico*

Roberto de Andrade Martins[†]
*Grupo de Historia y Teoría de la Ciencia,
Universidad de Campinas (Unicamp), Brasil*

Introducción

Hasta hace algunas décadas, los historiadores y los filósofos de la ciencia idealizaban al científico, quien era visto como el defensor de altos valores éticos.

Por los estándares mundanos de la vida pública, todos los eruditos en su trabajo son por supuesto extrañamente virtuosos. Ellos no hacen demandas salvajes, no engañan, no intentan persuadir a cualquier precio, ellos no argumentan ni por el prejuicio ni por la autoridad, son a menudo francos sobre su ignorancia, sus conflictos son bastante decorosos, no confunden qué se está discutiendo con la raza, la política, el sexo o la edad, ellos escuchan pacientemente a los jóvenes y al viejo [...]. Éstas son las virtudes generales de los eruditos, y son de modo peculiar las virtudes de la ciencia. (Bronowski, 1972, p. 59).

Los científicos se miraban como una elite moral, y los historiadores y los filósofos de la ciencia aceptaban esta opinión. Esta visión idealizada de la integridad ética de los científicos no es compartida actualmente por ningún historiador de la ciencia.

Sabemos, hoy en día, que los científicos hacen, sí, todo lo que Bronowski dijo que nunca hacían. La situación cambió rápidamente durante la década de 1970. Paul Feyerabend (1974) divulgó, en una forma muy provocadora, las estrategias usadas por Galileo Galilei, que no confirman el juicio de Bronowski. Hay muchos otros estudios de casos similares, bien documentados.

* El autor agradece al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil, cuyo apoyo permitió la realización de esta investigación.

[†] rmartins@ifi.unicamp.br

Un afamado historiador de la ciencia escribió en 1974 un artículo en el cual preguntó si la historia de la ciencia tendría que ser censurada y ser considerada como inadecuada para los estudiantes más jóvenes:

Mi preocupación en este artículo tiene relación con los peligros posibles de usar la historia de la ciencia en la educación de la ciencia. Examinaré los argumentos por los cuales los estudiantes jóvenes e impresionables en el comienzo de una carrera científica deben ser protegidos de los escritos de los historiadores contemporáneos de la ciencia por razones similares a la que está mencionada arriba – es decir, porque estos escritos hacen violencia a la imagen profesional ideal y pública de los científicos como investigadores racionales, de mente abierta, procediendo metódicamente, basados de forma incontrovertible en el resultado de experimentos controlados, y buscando objetivamente la verdad, sea cual sea el resultado. (Brush, 1974, 1164)

¿Hasta qué punto los científicos llegan, en sus violaciones de una ética ideal? ¿Qué postura debe asumir un historiador o filósofo de la ciencia frente a tales actitudes? Estos son los principales problemas discutidos en este artículo.

Enfoque y objetivos

No es posible, actualmente, negar el hecho histórico de que los científicos violan las reglas metodológicas y éticas descritas por los viejos autores. No es válido ni ocultar la verdad histórica a los estudiantes jóvenes, ni desvirtuar a la historia, creando narrativas “limpias” o empleando solamente “reconstrucciones ideales” del pasado. Sin embargo, en vez de una actitud de “todo es válido”, o de cinismo, es posible asumir una actitud ética y crítica en lo que concierne a los errores cometidos por los científicos – incluso los más famosos.

El estudio presente expone un análisis general de las estrategias que un científico puede utilizar para crear una opinión positiva (pero falsa o exagerada) con respecto a su competencia. El análisis se fundamenta sobre estudios históricos concernientes a los trabajos de Henri Becquerel y de Louis Pasteur, demostrando violaciones éticas claras de parte de científicos famosos. Más allá de los aspectos históricos (descriptivos) y analíticos (clasificación y clarificación de tipos de estrategias), la actitud adoptada aquí es de defensa de algunos principios éticos, es decir, éste trabajo no es neutral bajo el punto de vista axiológico.

Las estrategias

Asumamos que un científico moderadamente competente (el cual no es brillante) tiene el deseo de hacerse un *mito científico*, en el sentido siguiente: a pesar de sus imperfecciones o limitaciones como investigador, él quisiera ser reconocido por sus compañeros científicos (y por los científicos futuros) como alguien que es el autor de trabajos importantes, un pensador que está siempre en lo correcto, el más competente de sus contemporáneos (en su campo específico), alguien que está adelante de su tiempo, proponiendo nuevos conceptos y teorías, un maestro de la experimentación y del razonamiento teórico, una persona capaz de presentar argumentos y evidencias concluyentes, y una víctima de la crítica injusta hecha por los enemigos de la verdad.

¿Qué tipo de estrategias tal persona debe utilizar, para ser exitosa? Hay dos grandes conjuntos de tácticas de tipos distintos:

- las técnicas “neutrales bajo el punto de vista científico” que son estrictamente sociales y independientes de opiniones sobre su pericia
- las técnicas asociadas al discurso científico, que buscan manipular la opinión del público para establecer un aura de pericia.

Estrategias “neutrales bajo el punto de vista científico”, que son estrictamente sociales e independientes de opiniones sobre su pericia

Incluiremos en el primer grupo cualquier estrategia que sea totalmente independiente del valor científico del trabajo de esa persona. Por ejemplo: un grupo puede tener interés en conceder un título o un premio académico, por razones puramente políticas, a alguien a quien el grupo considera un científico incompetente.

Esos son los casos donde una persona o un grupo cree que una persona **P** es un científico incompetente, pero hay cosas que influyen a esta persona o grupo de tal manera que ellos mantienen la alegación que **P** es un científico excelente – es decir, la persona o el grupo proporciona un apoyo público que va contra el juicio privado que tienen del valor científico de **P**.

Las influencias que pueden actuar en estos casos son de muchos tipos:

- intercambios de favores,
- lealtad a un grupo,
- amistad, etc.

Las estrategias que el partido interesado utiliza, en este caso, no se pueden detectar por el mero estudio de sus publicaciones científicas. Pueden ser detectadas solamente a través del estudio de las relaciones personales (no siempre documentadas) que pueden ser conocidas con el estudio de cartas y de otros documentos similares.

Estrategias relacionadas con el discurso científico, procurando manipular la opinión del público para establecer una reputación de pericia

El segundo grupo incluye cualquier estrategia que intente construir una imagen de un científico competente, por la manipulación del discurso científico, intentando llevar otros científicos a *creer sinceramente* que él es realmente un investigador excelente. Es una clase de estrategias similar a la recomendada por Maquiavelo en *El Príncipe*:

Un príncipe, pues, no necesita tener, de hecho, todas las cualidades antes dichas, pero sí necesita parecer tenerlas. Incluso me atreveré a decir esto: que teniéndolas y observándolas siempre son perjudiciales, y pareciendo tenerlas son útiles [...] (Machiavelli, 1998, p. 157)

Tales estrategias – en contraste con las anteriores – pueden ser detectadas por un análisis adecuado del contenido de las *publicaciones científicas* del investigador.

Estos dos tipos de estrategias no son totalmente independientes, por supuesto. En cualquier situación real, pueden estar profundamente asociadas. Por ejemplo: incluso si **X** es un amigo de **P**, será más fácil convencer a **X** que firme una recomendación de modo que **P** reciba un premio científico, si **X** cree que **P** es realmente un investigador competente (la creencia sincera en la capacidad consolida el efecto de la amistad). Otro ejemplo: si **P** elogia a **X** en sus artículos por motivos claramente personales (una estrategia social estricta), eso puede conducir a **X** a leer los trabajos de **P** de una manera menos crítica y puede conducir a **X** a creer que estos artículos son realmente buenos (la gratitud o el deseo de retribuir un favor facilita la creencia en la capacidad).

Algunas veces es muy difícil – o imposible – separar los dos tipos de técnicas. Sin embargo, en muchos casos pueden ser distinguidas y, para el análisis, es útil discutir las por separado. El presente trabajo enfocará el segundo sistema de las estrategias – las que intentan construir una imagen científica positiva por la manipulación del discurso científico.

En su mayoría, las estrategias que serán presentadas no pueden describirse como recursos fraudulentos – son más correctamente recursos de propaganda. Sin embargo, algunas de ellas se caracterizan así, porque tratan de crear una *imagen falsa* del investigador y de su trabajo. Las estrategias descritas abajo se dividen en cuatro grupos, que se relacionan con diversas situaciones con las cuales el científico se enfrenta durante su investigación.

(A) Mientras desarrolla su investigación (no sabe, todavía, si su trabajo será exitoso o no)

Consideremos a un investigador que todavía esté desarrollando una investigación y no sabe si su trabajo es acertado o no. Él puede utilizar las reglas siguientes (entre otras) para intentar crear una opinión positiva con respecto a su trabajo:

1. *Hay que presentar su propio trabajo como extremadamente valioso.* Usted debe tratar de presentar su investigación como un avance extraordinario, incluso si no contiene algo nuevo o importante.

2. *Uno no debe jamás mostrar sus debilidades.* Cuando usted exhibe su trabajo, debe siempre ocultar las características inexplicadas, las dificultades, las limitaciones, las incongruencias, los datos que están en conflicto, etc.

3. *Hay que ocultar sus deudas hacia los otros.* Excepto en casos excepcionales (por ejemplo, cuando usted necesita el apoyo de otra persona para fortalecer su posición), hay que presentar siempre su propio trabajo como original y debido exclusivamente a su esfuerzo individual. Solamente hay que reconocer su deuda (muy pequeña) hacia otras personas si usted realmente necesita su ayuda.

4. *Uno debe dejar siempre abierta la salida de emergencia.* Intentar protegerse contra la crítica futura. Esto puede ser logrado defendiéndose con conceptos vagos, señalando varias alternativas, así como evitando las afirmaciones claras, definidas y refutables, dejando siempre la salida de emergencia abierta – para el caso cuando usted necesite cambiar su opinión anterior.

(B) Cuando su investigación anterior parece acertada (hay señales de aceptación de la comunidad)

Consideremos ahora a un investigador que publicó los resultados de su investigación y percibe una reacción positiva (pero no entusiástica) hacia su investigación. Él puede utilizar las siguientes reglas (entre otras) para intentar crear una opinión positiva más vigorosa con respecto a su trabajo:

5. *Hay que presentar sus éxitos con ostentación.* Usted debe publicar y divulgar las mismas ideas y resultados muchas veces (bajo formas levemente diversas); vanagloriarse de su investigación, exagerar la importancia de los resultados.

6. *Uno debe poner su marca en los resultados.* Intentar crear una conexión entre el método, los conceptos, la teoría, los resultados, etc. y su propio nombre. Hay que utilizar nuevos términos, o utilizar expresiones antiguas en una manera especial. Hablar sobre “mi” teoría, “mi” método, etc., en vez de usar expresiones neutrales (la teoría, este método).

7. *Uno debe reducir al mínimo el valor de otros trabajos.* Usted debe mencionar siempre los trabajos similares (que uno debe describir siempre con

términos vagos) de una manera negativa o desdeñosa. Si no hay otros trabajos relevantes sobre el mismo tema, usted debe crear a *adversario de paja*, y debe referirse a la “otra gente” quienes creen una cierta tontería.

(C) Cuando su investigación anterior parece un fracaso (fue rechazada o va a ser rechazada por la comunidad)

Sin embargo, puede pasar que los resultados de su investigación no fueron recibidos de forma positiva por los otros investigadores. Se pueden utilizar las siguientes reglas (entre otras) para tratar de invertir la opinión general con respecto a su trabajo:

8. *Uno no debe reconocer sus fallas*. Siempre que sea posible, hay que “olvidarse” u ocultar las partes incorrectas de su investigación. Usted nunca debe indicar explícitamente que estaba equivocado en partes importantes de su investigación. No debe hacer caso de cualquier crítica legítima de su trabajo – o, si posible, debe distorsionarla.

9. *Hay que atribuir las imperfecciones de su investigación a los errores de los otros*. Usted necesitará a veces admitir que algo estaba incorrecto, pero usted debe transferir la parte negativa de su trabajo a otras personas, indicando que usted inicialmente seguía a la opinión de ellos.

10. *Es conveniente cambiar la historia*. Siempre que sea posible, usted debe crear una nueva historia: producir una nueva interpretación del pasado, diciendo que usted realmente creía otras cosas; si es necesario, hay que torcer las evidencias históricas, de una manera tal que el error se pueda exhibir como éxito.

11. *Hay que transfigurar las viejas ideas*. Dar una nueva interpretación de sus propias declaraciones científicas antiguas; aplicar nuevos significados a los viejos términos para transformar sus errores en victorias; cambiar la importancia relativa de ideas anteriores, para acentuar los puntos que eran totalmente sin importancia inicialmente, pero que ahora usted percibe que son importantes, para convertir la basura en oro.

12. *Uno debe criticar a los críticos*. Hay que identificar cualquier punto débil de los críticos (incluso si es algo secundario y sin importancia) y burlarse de ellos, dando a sus lectores la impresión que son necios. Acusarlos de no entender su trabajo y de estar adheridos a las viejas ideas. Utilizar argumentos *ad hominem* para descalificar a los críticos.

(D) Si algún otro investigador, *quien no es su aliado*, está investigando el mismo tema

Si hay concurrencia y si hay el peligro de que otro investigador obtenga resultados más valiosos que los suyos, o que se encuentren errores en su trabajo, es necesario tomar medidas drásticas:

13. *Es conveniente ignorar a los competidores que están en lo cierto.* Siempre que sea posible, fingir que no existen. No citar sus trabajos, porque si los cita usted conducirá a la gente a leer sus contribuciones.

14. *Hay que disminuir la importancia de las contribuciones de los competidores.* Si es imposible no hacer caso de ellos, Usted debe presentar sus contribuciones positivas como contribuciones secundarias a su propio trabajo, o como conclusiones sin fundamento, o como meras hipótesis, o como repeticiones de ideas de otros. Hay que reafirmar siempre que su propio trabajo es mucho mejor que el de los otros.

15. *Uno debe mostrar los defectos de los competidores.* Si sus competidores cometen errores, hay que utilizarlos a su ventaja. Es posible mostrarlos como siendo la gente más tonta del mundo. Hay que exagerar y torcer todos sus errores y fingir que también se equivocaron en otros aspectos.

16. *Es provechoso criticar los puntos secundarios.* Si es necesario mencionar a los competidores que tienen éxito, y sus trabajos no tienen ninguna imperfección seria, usted debe encontrar y describir detalladamente sus equívocos más pequeños, los puntos débiles de sus trabajos actuales y viejos (incluso si no tienen ninguna relación con la investigación actual), representarlos como si fueran faltas catastróficas; si es necesario, hay que inventar los errores.

17. *Hay que apropiarse del trabajo de sus competidores.* Hay que describir la mejor parte de la investigación de sus competidores como si fuera suya; nunca reconocer que ellos eran los autores de buenos trabajos.

Dos casos históricos

Las tácticas descritas arriba no se sacaron de ningún manual científico, ni se concibieron *a priori*. Se basaron en dos estudios históricos: las investigaciones de Louis Pasteur (1822-1895) acerca de la enfermedad de los gusanos de la seda (la “pebrina”) y las investigaciones de Henri Becquerel (1852-1908) acerca de la radioactividad. No es posible describir aquí los detalles históricos, pero podemos señalar las conclusiones centrales de los estudios realizados.

El caso Pasteur

Al estudiar la enfermedad (“pebrina”) del gusano de la seda (1865-67), Louis Pasteur creyó inicialmente que era una enfermedad hereditaria, comparable a la tuberculosis. Él interpretó ciertos cuerpos pequeños que aparecieron en los tejidos de los animales enfermos como siendo meras alteraciones del tejido. Al mismo tiempo, Antoine Béchamp (1816-1908) estudió la enfermedad y concluyó que los cuerpos pequeños eran parásitos microscópicos que causaban la

enfermedad. Pasteur luchó contra esta idea. Más adelante, él comenzó a adoptarla, pero la presentó como siendo su propio descubrimiento, disminuyendo el trabajo de Béchamp, torciendo historia.

En el caso de Pasteur, fue posible identificar un uso sistemático y repetido de cada una de las 17 estrategias descritas arriba. Muchos ejemplos aparecen en un trabajo histórico que publicamos hace unos años (Ferreira y Martins, 1996). La profesora Renata Ferreira desarrolló un análisis más detallado que, lamentablemente, no está todavía publicado.

El caso Becquerel

Al estudiar una radiación penetrante emitida por los compuestos de Uranio (los años 1896-97), Henri Becquerel creyó que había descubierto un fenómeno de fosforescencia invisible. Él estudió sus características y, conducido por sus expectativas teóricas, describió muchos fenómenos inexistentes: la radiación aumentó con la exposición de los compuestos a la luz, y disminuyó gradualmente en la obscuridad; la radiación se podía reflejar en espejos metálicos, refractar en cristal y polarizar por turmalinas (Martins, 2000). Los errores experimentales y la interpretación incorrecta de Becquerel fueron corregidos por Schmidt, Rutherford, Curie, Le Bon y otros investigadores. Más adelante, Becquerel empezó a describir la historia de una manera falsa, afirmando que él mismo había descubierto las características verdaderas de la radiación; y disminuyó o criticó el trabajo de los otros investigadores, tales como Rutherford y Le Bon.

Conclusión: uso ético o abuso de las estrategias

Los 17 “consejos” descritos arriba no garantizan el prestigio, por supuesto. Sin embargo, esos consejos ayudarán mucho a conseguir éxito, si usted se propone tener éxito a cualquier costo. El resultado dependerá de muchos otros factores, tales como la influencia social del investigador y las estrategias de sus competidores.

El jugador astuto utilizará todas estas estrategias solamente si tiene un apoyo social muy fuerte de un grupo de investigadores prominentes, y si sus competidores no están en una posición equivalente. Él actuará de esta manera, torciendo la verdad, solamente si cree que los científicos contemporáneos (y también los científicos y los historiadores de la ciencia en el futuro) serán suficientemente perezosos y/o incompetentes, de tal manera que sus trucos nunca serán sabidos.

Algunas de las estrategias descritas arriba son razonablemente “inocentes” – por ejemplo, los números 5 y 6:

- Presentar sus éxitos con ostentación.
- Poner su marca en los resultados.

Un buen científico puede adoptar estas táctica, como recursos de propaganda de su propio trabajo, sin el deseo engañar al público – es decir, el uso de tales técnicas no es siempre una acción que va contra la ética.

Otras estrategias son inaceptables bajo el punto de vista ético, porque implican torcer lo que se sabe es la verdad, intentando engañar al público – como, por ejemplo, las estrategias de números 10 y 17:

- Cambiar la historia.
- Apropiarse del trabajo de sus competidores

El uso de muchas de las estrategias descritas previamente se puede considerar *fraudulento*, porque el investigador intenta engañar el público, creando una imagen falsa de sí mismo y de su trabajo. Cuando utilizo los términos “fraude” y “fraudulento”, es evidente que no estoy haciendo una descripción neutral, bajo el punto de vista ético. De hecho, caracterizar un procedimiento como fraudulento implica en su condenación, bajo un punto de vista ético o moral.

Uno puede preguntar si se permite a un historiador de la ciencia presentar juicios de este tipo, o si él debe de hacer solamente descripciones neutrales (no axiológicas). Hoy en día, en muchos círculos académicos, la defensa de principios éticos es vista como cosa del pasado. El presente autor no acepta este tipo de actitud, por razones... éticas, por supuesto. Sabemos que el discurso científico no es neutral bajo el punto de vista axiológico; ¿por qué debe el discurso del historiador de la ciencia ser neutral?

Se debe permitir a una cierta clase de individuos en la sociedad humana presentar críticas éticas y juicios con la intención de influenciar de una manera positiva (desde el punto de vista de cierta visión ética) las actitudes de los científicos y de los estudiantes – especialmente los últimos. El autor del actual trabajo considera que, como educador, es su atribución (entre otras cosas) asumir este papel.

Aunque la cita de Bronowski que se presentó arriba no se puede mirar como buena descripción de la práctica científica, es una buena descripción de un *ethos* científico ideal, que debe ser divulgado y defendido.

Referencias bibliográficas

- Bronowski, J. (1972), *Science and human values*, New York: Harper and Row.
 Brush, S. (1974), “Should the history of science be rated X?”, *Science* 183, 1164-1172.

- Ferreira, R.R. y R.A. Martins (1996), “Os estudos de Pasteur sobre os bichos-da-seda e a gênese da teoria microbiana das doenças”, *Perspicillum* 9, 113-175.
- Feyerabend, P.K. (1974), *Against method*, London: New Left Books.
- Machiavelli, N. (1998). *El Príncipe*. Traducción de Stella Mastrángelo. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Martins, R.A. (2000), “Los errores experimentales de Henri Becquerel”, en García, P., S.H. Menna y V. Rodríguez (eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las X Jornadas. Facultad de Filosofía y Humanidades*. Vol. 6. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, pp. 267-274.

Isaac Newton e sua obra publicada sobre as Profecias de Daniel *

Thaís Cyrino de Mello Forato[†]
Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo - Brasil

Dentre as produções newtonianas acerca da teologia ou religião, a obra *Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St John (Profecias)*¹ não é a mais conhecida, tampouco a mais estudada pelos historiadores da ciência. Publicada postumamente em 1733 por Benjamin Smith, parente de Newton, suas densas páginas versando sobre a Bíblia e a história dos primórdios do cristianismo surpreendem, de um lado, pelo empenho do autor em estabelecer uma linguagem objetiva para a catalogação das visões proféticas; de outro, pela minuciosa relação entre as profecias e os fatos históricos que se seguiram, na tentativa de corroborá-las.

Por meio de uma intrincada rede de argumentos, Newton apresenta sua versão do significado das Profecias de Daniel: estabelecer a época do desvirtuamento da Igreja Cristã; ou seja, a corrupção da verdadeira religião, aquela que fora transmitida por Deus aos primeiros habitantes da Terra e depois, gradativamente, deturpada por homens de má fé, para atender a interesses políticos de reinos e épocas diversas.²

Newton diferencia dois tipos de livros na Bíblia: os históricos e os proféticos, sendo que as profecias ocupam um lugar privilegiado dentro das escrituras, pois os profetas falam em nome de uma autoridade divina.

[†] thaiscmf@usp.br

* A pesquisa foi inicialmente desenvolvida durante o mestrado realizado na PUC-SP sob a orientação do Prof. Dr. José Luiz Goldfarb. A autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) pelo apoio durante o mestrado, ao Prof. Dr. José Luiz Goldfarb o orientador da dissertação de mestrado em que a pesquisa foi realizada (PUC-SP, 2003) e à Dra. Juliana M. H. Ferreira pelos comentários.

¹ Considerando a dificuldade de se obter um exemplar da edição de 1733, é possível ter acesso a uma versão fac-similar da obra no endereço:

<http://www.gutenberg.org/etext/16878>, acessado em 05/04/2006.

² Newton (1733), especialmente a partir do capítulo VII. Cf Cohen & Westfall, (2002).

E dar ouvido aos Profetas é uma característica fundamental da verdadeira Igreja [...] A autoridade dos Imperadores, Reis e Príncipes é humana. A autoridade dos Concílios, Sínodos, Bispos, Presbíteros é humana. A autoridade dos Profetas é divina, e compreende toda a religião, reconhecendo Moisés e os Apóstolos entre os Profetas; [...] Seus escritos contém o concerto entre Deus e seu povo, com as instruções para sua observância; exemplos do julgamento de Deus sobre aqueles que o quebraram: e predições de coisas futuras.³

Além disso, a obra *Profecias* permite identificar um objetivo compartilhado também por vários de seus contemporâneos: demonstrar a existência de Deus, por exemplo:

A insensatez dos intérpretes tem sido predizer tempo e coisas por esta profecia, como se Deus os tivesse feito profetas. Por essa precipitação não apenas se expuseram, mas atraíram o desrespeito para a profecia. O desígnio de Deus era muito outro. Ele deu esta e as profecias do Velho Testamento, não para satisfazer a curiosidade humana, permitindo-lhe prever coisas, mas para que, depois que elas fossem cumpridas, pudessem ser interpretadas pelo evento, e sua própria Providência, não os intérpretes, fosse com isso revelada ao mundo. Pois a realização de coisas preditas com grande antecedência será um argumento convincente de que o mundo é governado pela providência.⁴

Segundo Newton, a predição das coisas futuras refere-se à situação da Igreja em todas as épocas, e o profeta Daniel seria o mais característico na questão das datas e o mais fácil de ser entendido⁵. Além disso, ele estabelece uma relação entre as profecias de Daniel com o Apocalipse de João:

O Apocalipse de João é escrito no mesmo estilo e linguagem que as Profecias de Daniel, e têm a mesma relação para com estas que elas têm entre si, assim elas juntas constituem uma Profecia completa, e do mesmo modo consiste em duas partes, uma profecia introdutória e sua interpretação.⁶

³ Newton (1733), p.14.

⁴ *Ibid*, p.251.

⁵ Newton (1733), p. 15.

⁶ *Ibid*, p.254.

Buscamos estabelecer a metodologia utilizada para a interpretação das profecias bíblicas, e é possível resumi-la basicamente em quatro etapas fundamentais:

- Estabelecimento do texto fidedigno para as profecias;
- Criação do código interpretativo;
- Aplicação deste código às profecias;
- Verificação, ou prova, através do confronto com dados históricos.

É importante destacar, entretanto, que a interpretação de Newton para as profecias não se restringe a seguir etapas de um procedimento metodológico, pois o tratamento especial que ele confere a cada etapa, como veremos a seguir, é fundamentado por sua enorme habilidade em vários campos do saber.

a. Estabelecendo o texto.

Para estabelecer o texto, ele confrontou um grande número de obras impressas e manuscritos em inglês, grego, latim e hebraico. Cotejou, verso por verso, vinte e cinco versões gregas diferentes do Apocalipse e esquadrinhou toda a Bíblia à procura de passagens confirmadoras. Comparava essas passagens com dados históricos e com a literatura eclesiástica, recurso que ele demonstra, ao longo de toda a obra, dominar em minúcias. Recorre muitas vezes também à sua revisão da cronologia do mundo e ao conhecimento de dados astronômicos, ao confrontar calendários, avaliando a possível veracidade das informações⁷. Este trabalho perdurou por mais de duas décadas, conforme é sugerido por sua correspondência com o biblista erudito John Mill⁸.

Outro recurso que ocupa grande destaque no estabelecimento do texto é a datação dos livros bíblicos. Ela é claramente uma prioridade para Newton e reflete uma preocupação típica da tradição renascentista. Uma das tarefas da datação dos textos é identificar os acréscimos posteriores à redação dos originais e o autor ou autores de cada camada. Newton refere-se, em vários momentos, a erros e inclusões de copistas, aparentemente pretendendo conferir veracidade e confiabilidade ao texto. Isto é sugerido em várias passagens, como, por exemplo, ao comentar que, tendo estabelecido a época em que foi escrito o Apocalipse, seria desnecessário alongar-se a respeito de sua autenticidade⁹.

Para estabelecer uma provável datação de um manuscrito, recorre-se, por exemplo, às características gramaticais e semânticas e às diferenças dialetais entre

⁷ Por exemplo, no cap. XI.

⁸ Cohen & Westfall (2002), p.440; e Manuel (1974), pp. 84-94.

⁹ Newton (1733), p. 246-7.

posições geográficas. Quando comparamos as informações de Frank Manuel¹⁰ a respeito dos procedimentos e técnicas realizados no período com os recursos empregados por Newton, podemos perceber que ele demonstra grande domínio de tais técnicas para estimar a datação dos livros e contestar ou confirmar outras opiniões¹¹.

É possível perceber Newton recorrendo a recursos lingüísticos para propor a datação e autoria de vários livros bíblicos, por exemplo, quando discute a datação para o Apocalipse:

Isto é confirmado ainda pelo estilo do Apocalipse, mais cheio de Hebraísmos do que seu Evangelho (de João). De tudo isso se depreende que o mesmo foi escrito quando João havia de pouco deixado a Judéia, onde estava afeito à língua siríaca; e que só teria escrito seu Evangelho após longas conversas com gregos asiáticos, que o teriam feito perder a maior parte de seus hebraísmos.¹²

Ele recorre, ainda inúmeras vezes, a recursos lingüísticos, e, tendo estabelecido o texto mais fidedigno possível, passa à criação de seu próprio dicionário de linguagem profética.

b. Estabelecendo a decodificação

Newton dedica o segundo capítulo da obra a criar sua decodificação para a linguagem profética. Ele desenvolveu um dicionário de equivalentes eclesiásticos, políticos e históricos para as imagens e símbolos da visão profética, partindo do pressuposto de que as profecias eram congruentes em todas as suas partes e, assim, construiu sua própria decodificação para elas. Ele aplicou a este código um teste de constância e consistência, ou seja, a decodificação deveria ser válida para toda a Bíblia, para todos os livros proféticos, pois as profecias eram a verdade de Deus revelada a homens especiais, e a linguagem figurada deveria ser única.

Tal linguagem recorre ao uso de analogias entre o mundo natural e o mundo político de um reino. De um modo geral, Newton associa o céu e o que ele contém

¹⁰ Manuel (1974), cap. IV.

¹¹ Sobre datação e outros aspectos do estudo da obra, omitidos por questões de espaço, podem ser encontradas em Forato (2003), cap. 3.

¹² Newton (1733), p. 238.

aos reis, ao poder e aos governantes; e relaciona a terra e as coisas terrenas à massa popular.

Falar significa fazer leis; assim a boca indica aquele de onde promana a lei, sagrada ou profana. A voz alta indica força e poder; a voz tênue, ao contrário, indica fraqueza. Comer e beber valem pela aquisição do que está representado na comida e na bebida. Os pelos dos animais e dos homens, bem como as penas das aves querem dizer o povo; as asas indicam o número de reinos representados pela besta.¹³

Faz ainda descrições detalhadas prevendo variações, sugerindo a intenção de criar um padrão interpretativo, uma relação unívoca entre elementos das profecias e fatos corriqueiros de um reino, parecendo pretender eliminar possíveis associações aleatórias.

c. Aplicação do código

A interpretação das profecias não era apenas um interesse típico do período, mas tinha fascinado muitos estudiosos, desde os primórdios do cristianismo. Newton e seus contemporâneos herdaram dicionários, metodologias e interpretações diversas. A esse respeito, Frank Manuel considera que Newton fora exposto ao novo criticismo bíblico, representado por Richard Simon, Thomas Hobbes e Spinoza. Tais autores contribuíram para o conceito da existência de camadas redacionais no Velho Testamento, e propunham que este era composto por livros sobre conduta moral e política, escritos para atender às necessidades de cada povo e época¹⁴. Encontramos comentários de Newton que asseveram este ponto de vista, tanto constatando seu empenho em identificar camadas redacionais, como sua visão sobre os livros do Velho Testamento.¹⁵

Newton foi influenciado também por comentadores medievais. Sua abordagem das profecias era similar à de Joseph Kimchi e Abrahan Ibn Ezra. Tal influência se deu mais no aspecto técnico da interpretação das profecias que no campo das idéias propriamente ditas. Ibn Ezra adotava a leitura ponderada, ditada pela ordem natural das palavras e regras ordinárias da gramática. Newton também aceitava o simples significado e o mais literal, mas beneficiava-se dos seus

¹³ *Ibid*, p.21.

¹⁴ Manuel (1974), pp. 84-6.

¹⁵ Newton (1733). O capítulo I traz vários exemplos.

conhecimentos de geografia, cronologia e histórias pagãs. Manuel sugere que ele se diferenciava também ao utilizar técnicas de raciocínio-sobre-as-evidências desenvolvidas nos tribunais e na erudição humanistas. Além disso, trocava idéias com amigos eruditos, buscando significados alternativos para palavras-chave em aramaico e árabe.¹⁶

Outra influência proposta por Frank Manuel e possível de se identificar na obra *Profecias* é a interpretação evemerista da mitologia pagã, usual nos séculos dezessete e dezoito. Tal interpretação é a tendência dos historiadores-mitógrafos em reconhecer em cada mito clássico um cerne de histórias políticas comuns relacionadas ao período anterior aos registros dos grandes historiadores clássicos¹⁷. Westfall nos diz que esse era um tema típico da erudição seiscentista, e Newton demonstra tal influência claramente no *Origines*¹⁸, seu escrito teológico mais radical, e também o mais importante:

O conceito central do *Origines* afirmava que todos os povos da Antigüidade haviam cultuado os doze deuses, os quais eram associados aos sete planetas, aos quatro elementos e à quintessência. Um segundo conceito não inteiramente integrado com o primeiro, afirmava que os doze deuses eram os ancestrais deificados desses povos, a saber, Noé, seus filhos e netos, dos quais havia descendido toda a humanidade.¹⁹

Nas *Profecias*, Newton demonstra a influência da interpretação evemerista:

Era esta, exatamente, a noção que tinham os pagãos das almas livres de seus antigos Reis e Heróis, a quem adoravam sob os nomes de Saturno, Rhea, Júpiter, Juno, Marte, Vênus, Baco, Ceres, Osíris, Isis, Apolo, Diana, e o resto de seus Deuses. E desde que esses Deuses eram masculinos e femininos, marido e mulher, filho e filha, irmão e irmã, é de tal modo constatado serem antigos homens e mulheres.²⁰

Esta é uma situação bastante interessante. Nossa pesquisa não priorizou tal discussão, mas deixamos aqui uma proposta de investigação. Newton constrói uma argumentação ao longo da obra para demonstrar o desvirtuamento da verdadeira

¹⁶ Manuel (1974), pp. 85-6

¹⁷ *Ibid*, pp. 94-5.

¹⁸ *Theologiae gentiles origines philosophicae*.

¹⁹ Cohen & Westfall (2002), pp. 443.

²⁰ Newton (1733), p. 209.

religião, por exemplo, quando a Igreja incorpora os ritos pagãos atendendo a interesses políticos de determinadas épocas. Em alguns exemplos a diferença entre os ritos pagãos que ele condena e os que ele parece aceitar é muito clara: Newton critica o modo como o celibato foi instituído, a adoração das relíquias de santos e mártires e, principalmente, a instituição da Santíssima Trindade, orquestrada principalmente por Atanásio²¹. Por outro lado, o comentário de Westfall sobre o *Origines* confirma a impressão trazida na obra *Profecias*, nos trechos onde Newton parece servir-se dos conhecimentos pagãos. A tensão entre monoteísmo e politeísmo permanece nas entrelinhas da obra, e pode ser identificada também nos trabalhos citados de Westfall e Manuel²². Newton, por um lado, aprendendo com os ensinamentos pagãos; e, por outro, criticando a postura da Igreja em desvirtuar o verdadeiro cristianismo, ao incorporar alguns ritos:

Deleitavam-se os pagãos com os festivais de seus Deuses e não estavam dispostos a renunciar àqueles deleites; é por isso que Gregório, para lhes facilitar as conversões, instituiu festivais anuais aos Santos e Mártires. Eis porque, para eliminar as festas pagãs, as principais festas cristãs foram instituídas nas mesmas datas: assim a comemoração do Natal com os comes e bebes, jogos e esportes, no lugar das *Bacchanalia* e das *Saturnalia*; a celebração do dia de Maio com flores no dia das *Floralia*; as festividades da Virgem Maria, de João Batista, e diversos Apóstolos, no lugar das solenidades da entrada do Sol nos signos do Zodíaco no antigo Calendário Juliano.²³

Há ainda um comentário de Westfall, relevante em nossa análise, sobre o conteúdo do *Origines* sugerir que a única e verdadeira religião seria conhecida pela humanidade através do estudo da natureza; harmonia entre a religião e a filosofia natural, aliás, muito presente em vários contemporâneos de Newton. O *Origines* traz a descrição dos primeiros habitantes da Terra - os pitagóricos – praticarem seus cultos em templos semelhantes ao templo judaico e aos templos romanos de Vesta, e incorporarem uma representação do Universo com uma fogueira ao centro e os planetas ao seu redor, oferecendo uma imagem heliocêntrica do Universo:

²¹ Comentários sobre a trindade estão dispersas a partir, principalmente, do capítulo VIII.

²² Sobre os conhecimentos prístinos que Newton reverenciava, veja em McGuire & Rattansi (1966); Rattansi (1988) e Newton (1996).

²³ Newton (1733), pp. 204-5.

Todo o firmamento eles julgavam ser o verdadeiro e real templo de Deus e, portanto, para que um prítaneu pudesse merecer o nome de Seu templo, dispuseram-no, de modo que representasse da maneira mais adequada todo o sistema celestial. **Um aspecto das religiões, portanto, comparado ao qual nada pode ser mais racional.**²⁴

Parece-nos relevante Newton classificar como racional a representação do sistema heliocêntrico pelos primeiros habitantes da Terra. Portanto, dentro da proposta apresentada, um aspecto interessante a ser abordado seria o confronto da obra publicada com o conteúdo do *Origines*.

d. Verificação

Finalmente, a verificação ou prova, através do confronto com a reconstituição histórica. É surpreendente a grande quantidade de historiadores e obras que Newton descreve para justificar cada detalhe de uma profecia, associando-a à história de cada um dos dez reinos, representados pelos dez chifres da quarta besta de Daniel, e adotando, naturalmente, o mesmo procedimento para as demais profecias. Newton também recorre às fontes originais do fim da Antigüidade, epístolas papais e passagens da história eclesiástica para a reconstituição histórica da Igreja nos primórdios do cristianismo.

Esse esforço de Newton em corroborar a realização histórica de cada profecia pode ser entendido como a intenção de demonstrar a existência de Deus e sua dominação sobre a história e, nesse sentido, ele é explícito em vários trechos da obra.

Controvérsias com contemporâneos

Conforme vimos na aplicação do método, Newton lançava mão de técnicas e recursos presentes também no trabalho de seus contemporâneos, porém sempre acrescentando uma contribuição própria, seja na precisão do esquadramento das escrituras, na elaboração de seu próprio dicionário, ou na utilização de informações de outros campos do saber. Ele faz vários comentários ao longo da

²⁴ Cohen & Westfall (2002), pp. 444-5. Grifo nosso.

obra, criticando outras interpretações, mas nunca fornecendo o nome dos intérpretes.²⁵

Quando contestava outras interpretações, Newton utilizava dados astronômicos para verificar as narrativas históricas bíblicas. E mais, confrontava calendários, refutando as versões que contrariavam os ciclos da lua. Provavelmente, nem todos os intérpretes estariam aptos a se beneficiar desses recursos.

Tomo como certo que a paixão foi numa Sexta-feira, dia 14 do mês de *Nisan*; a grande festa da páscoa no Sábado, dia 15 daquele mês e a ressurreição no dia seguinte. Mas o dia 14 de *Nisan* caía sempre na lua cheia seguinte ao Equinócio vernal; e o mês começava na lua nova anterior, não na verdadeira conjunção, mas na primeira aparição da lua nova, pois os Judeus referiam-se sempre à lua silente, que cultivavam, isto é, do desaparecimento da lua, à velha lua; e porque a primeira aparição deveria dar-se cerca de 18 horas depois da verdadeira conjunção, contavam o seu mês a partir de sexta hora, à tarde, isto é, do pôr do sol logo depois da 18ª hora desde a conjunção. A essa regra chamavam *Jah*, designado pelas letras e o número 18.²⁶

Manuel nos diz que ele trocava idéias com Henry More, Fatio de Duiller, John Locke, Richard Bentley, William Whiston, Samuel Clarke, Brook Taylor e vários bispos eruditos. As cartas e memórias são unânimes ao descrevê-lo possuindo uma obstinada teimosia em sustentar sua própria interpretação, a despeito das críticas de seus amigos.²⁷

Propostas para investigação

Além da tensão existente entre monoteísmo e politeísmo que sugerimos para investigação, há outros temas interessantes a abordar. Por exemplo, o anti-trinitarismo. Newton não é explícito ao condenar a adoção da santíssima trindade no século VI, mas o fato de apresentar a argumentação de como a igreja se tornou o undécimo chifre da quarta besta de Daniel, de como o papa alargou seu poder

²⁵ Uma exceção é Joseph Mede, o único interprete mencionado duas vezes por Newton, aprovando sua versão, porém, não sem acrescentar-lhe algo. Veja em Newton (1733) pp. 251 e 267, sobre comentários em Forato (2003) pp. 135-140 e a obra de Mede (1643).

²⁶ Newton (1733), p. 160.

²⁷ Manuel (1974), p. 90.

temporal, sugere o tempo todo que a inclusão da santíssima trindade foi mais uma das corrupções introduzidas na verdadeira religião²⁸. Permeando todo o texto, identificamos passagens que sugerem tal corrupção sendo introduzida para atender interesses políticos de soberanos ou da igreja cristã. Nas entrelinhas podemos ver o papel de Cristo diminuído e não no nível de uma das pessoas da santíssima trindade. Há ainda a passagem onde se refere a Cristo como um profeta superior a todos os outros²⁹.

Uma discussão presente na obra é com relação à data verdadeira da crucificação de Cristo, mas surge também em vários momentos a questão de sua segunda vinda. Nessa perspectiva o tema milenarismo, também marcante no período, poderia ser abordado.³⁰

Conclusão

A obra publicada sobre as profecias traz informações significativas sobre o pensamento e os estudos teológicos de Newton.

Westfall considera a obra uma produção monótona e sem importância, produto da velhice de Newton³¹, mas gostaríamos de sugerir uma avaliação distinta. Além de permitir discutir a metodologia newtoniana para a interpretação das profecias, sem a necessidade de recorrer aos manuscritos para esse fim, consideramos a obra produto da maturidade de Newton, resultado de muitas décadas de estudo, controvérsias e obstinada dedicação. Enquanto os manuscritos teológicos fornecem a visão de vários momentos da sua vida, temos nessa obra publicada o que parece ser a síntese de suas idéias. Se ele passou a maior parte de sua vida estudando teologia e a Bíblia, não seria possível considerarmos que a obra elaborada na maturidade traria uma visão mais abrangente de seu pensamento do que vários registros ao longo de sua vida?

Sem dúvida, os manuscritos teológicos de Newton são importantes para compreender seu pensamento em um contexto próprio, mas não podemos encará-los como a melhor e única expressão de suas idéias teológicas.

Quando comparamos as conclusões de Westfall ou Frank Manuel, que estudaram os manuscritos teológicos, com o conteúdo do livro *Profecias* verificamos que os fatos mais significativos estão presentes nele também, ainda que algumas das informações estejam dispersas e veladas no texto. Além disso, há trechos onde Newton é explícito em dizer que falará aos homens refletidos, e

²⁸ Newton (1733), capítulos VII a XIV.

²⁹ *Ibid*, p.130, p.148.

³⁰ Veja, por exemplo, Boido (2001); Christianson (1984) e Jacob (1976).

³¹ Cohen & Westfall (2002), p.439-40.

discorre sobre temas que certamente poucas pessoas estariam aptas a compreender. No final do livro, Newton pede que o leitor complete as informações, pois está tudo ali, e o que estiver faltando este pode deduzir... Portanto, temos uma obra resultante de uma vida dedicada aos estudos e reflexões acerca da Bíblia, sabiamente articulada para não comprometer Newton com algumas posturas teológicas, mas deixando nas entrelinhas os vestígios das idéias que provavelmente buscou mascarar.

Newton não fala em método, tampouco divide a obra nas etapas que propusemos. Tais etapas na realidade se interpenetram. As mesmas influências que Newton demonstra ao interpretar as profecias permeiam também sua construção do texto fidedigno, estão presentes na preparação das fontes e mesmo na elaboração do dicionário. Colocamos em etapas apenas com a finalidade de organizar as informações.

Desta forma, acreditamos que a obra fornece um vasto universo a ser explorado. Esta leitura foi apenas um estudo preliminar e há ainda muitos aspectos que poderiam nos fornecer mais elementos acerca da teologia newtoniana e sua influência na elaboração da doutrina em filosofia natural.

Bibliografia

- Cohen, B. & R. S. Westfall. (2002), *Newton: Textos, Antecedentes, Comentários*. Versão portuguesa de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto/EDUERJ.
- Copenhaver, B. P. (1980), “Jewish Theologies of Space in the Scientific Revolution: H. More, J. Raphson, I. Newton and their Predecessors”. *Annals of Science*, 37, 489-548.
- Dobbs, B. J. T. (1984), *The Foundations of Newton’s Alchemy or “The Hunting of the Greene Lyon”*. 2a. ed. Cambridge / London: Cambridge University Press.
- Dobbs, B. J. T. (1991), *The Janus Faces of Genius- The Role of Alchemy in Newton’s Thought*. Cambridge / New York: Cambridge University Press.
- Forato, T. C. M. (2003), “O Método Newtoniano para a Interpretação das Profecias Bíblicas na Obra: *Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John*”, Dissertação de Mestrado. São Paulo, PUC-SP. Disponível em: <http://ghc.ifc.unicamp.br/download/Thais-Cyrino-de-Mello-Forato.pdf>
- Ferngren, G. B. et alii. (2000), *The History of Science and Religion in the Western Tradition: An Encyclopedia*. New York / London: Garland Publishing.

- Harrison, P. (1995), "Newtonian Science, Miracles, and the Laws of Nature". *Journal of the History of Ideas*, 56 (4), 531-553.
- Jacob, M. C. (1976), "Millenarianism and Science in the Late Seventeenth Century". *Journal of the History of Ideas*, 37 (2), 335-341.
- Manuel, F. E. (1974), *The Religion of Isaac Newton*. Glasgow / New York: Oxford University Press.
- Mathias, P. (1972), *Science and Society 1600-1900*. Cambridge, Cambridge University Press.
- McGuire, J. E. & Rattansi, P. M. (1966), "Newton and the 'Pipes of Pan'", *Notes and Records of Royal Society*. 21, 108-26.
- Mede, J. (1643), *Daniel Weekes. An interpretation of part of the Prophecy of Daniel*. London: Printed by M.F. for John Clark.
- Newton, I. (1733), *Observations Upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John*. London, J. Darby and T. Browne.
- Newton, I. (1996) *El Templo De Salomon*. Introd. de J. M. Sánchez Ron. Trad. e estudo filológico C. Morano. Madrid, Ed. Debate/CSIC.
- Rattansi, P. M. (1988), "Newton and the wisdom of the ancients" em Flauvel, J. *et alii, Let Newton Be!*, Oxford / New York: Oxford University Press.
- Snobelen, S. D. (1999), "Isaac Newton, heretic: the strategies of a Nicodemite". *British Journal of History of Science*. 32, 381-419.
- Westfall, R. S. (1980), *Never at Rest: a Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University.
- Westfall, R. S. (1987) "Newton and the Christianity", em Birtel, F.T., (org.), *Religion, Science, and Public Policy*, New York: Crossroads.

Aleatoriedad vs. arbitrariedad en la mecánica estadística clásica*

Eduardo H. Flichman
U.N. de Gral. Sarmiento - UBA

1. Propósitos.

Los enfoques teóricos acerca de los sistemas de partículas, aislados, regidos por la mecánica estadística clásica, presentan muchos problemas, dos de los cuales, de tipo ontológico, discutiré aquí.

El primero se refiere a la posibilidad de que las distribuciones probabilistas de las condiciones iniciales estén sujetas a restricciones (limitaciones "a") que van más allá de las que habitualmente se aceptan (limitaciones "b"): condiciones de contorno, vínculos, energía constante. Intentaré mostrar, independientemente del enfoque teórico que se plantee, que el hecho de que los sistemas aislados se vuelcan al equilibrio o se mantienen en él, requiere distribuciones probabilistas de las condiciones iniciales, absolutamente restrictivas (limitaciones "a"), que impiden suponer distribuciones probabilistas iniciales arbitrarias, es decir, "cualesquiera" (excepto por las limitaciones "b").

El segundo problema se refiere a una aparente situación distinta (siempre desde el punto de vista ontológico) para el caso de pocas partículas, regidas por la mecánica clásica, donde las limitaciones "a" parecen no existir, donde la arbitrariedad parece, ahora sí, reinar respecto de la manera como se suceden las condiciones iniciales, cuando estamos en condiciones de fijar (salvo limitaciones "b"), en cada repetición del experimento, dichas condiciones iniciales de modo arbitrario. ¿Cuántas partículas hacen falta para que "aparezcan" o "comiencen a funcionar como tales" las restricciones "a"? ¿A partir de qué número de partículas la mecánica clásica pasa a ser mecánica estadística clásica? Intento mostrar que hay una sola mecánica clásica, la mecánica estadística clásica, y conjeturo una solución para la aparente contradicción planteada.

* Este trabajo se enmarca en dos proyectos de investigación: uno en la ANPCYT (con lugar de trabajo en la U.N. de Gral. Sarmiento) y el otro en UBACYT (UBA). Una ampliación del mismo ha sido aceptada para su publicación en el libro sobre filosofía e historia de la física, a ser editado por AFHIC.

2. Introducción.

Luego de un lapso de evolución, el estado de un sistema aislado queda fijado en una teoría mecánica por:

(i) las leyes de evolución del sistema

y

(ii) las condiciones iniciales, las condiciones de contorno y los vínculos.

Dadas las leyes de evolución del sistema y dadas las condiciones iniciales, condiciones de contorno y vínculos, queda fijado el estado del sistema en un instante cualquiera, posterior al inicial: son las "condiciones finales". Según la teoría mecánica de que se trate, las condiciones finales pueden quedar fijadas de manera probabilista o determinista. Cuando se trata de mecánica estadística, se toma en cuenta algo nuevo en el instante inicial: el *arreglo inicial* o *distribución probabilista de condiciones iniciales*. Y para el estado del sistema en algún instante posterior al inicial se toma en cuenta el *arreglo final* o *distribución probabilista de condiciones finales*.

2.1. Acerca de lo que no se ocupará este trabajo.

2.1.1. El problema gnoseológico.

No me ocuparé en este trabajo del problema de la predictibilidad, sea de la evolución de un sistema mecánico, sea de la distribución probabilista de sus condiciones iniciales y/o finales. Solo trataré el punto de vista ontológico del sistema y de su evolución, de modo que cuando me refiera, por ejemplo, a determinismo, será determinismo ontológico; y cuando me refiera a probabilidad o a distribución de probabilidades, se tratará de probabilidades objetivas, no de aquellas ligadas a la ignorancia. Adoptaré como definición de "determinismo" de una teoría a la que indica para el conjunto de mundos posibles o modelos de la teoría (mundos regidos por las mismas leyes), que sus leyes son tales que no existen dos mundos de dicho conjunto que sean exactamente iguales (en lo que a hechos se refiere) en un instante dado y que difieran en algún otro instante. El determinismo es el determinismo de las leyes de evolución, que resultan de la articulación de la dinámica con las leyes de fuerza.

2.1.2. Las ecuaciones de evolución.

El primer punto (i), el de las ecuaciones de evolución, no será tratado aquí. Solo diré al respecto, que la mecánica estadística es considerada una teoría

determinista, si exceptuamos, tal vez, situaciones especiales en la mecánica de partículas – que se transmiten por extensión a la mecánica estadística – como, por ejemplo, la presencia de ciertos tipos de singularidades.

2.2. Acerca de lo que sí se ocupará este trabajo.

Discutiré, en cambio, el tema (ii) de los arreglos iniciales: distribución probabilista de posibles condiciones iniciales, siempre desde el punto de vista ontológico.

Deseo abordar el siguiente tema: las leyes deterministas de evolución (dinámica más leyes de fuerza) no imponen ninguna restricción a los arreglos iniciales. Las únicas restricciones que parecería que debemos tener en cuenta (limitaciones "b") son las que proceden de condiciones de contorno o, en general, de restricciones por vínculos. (En adelante no diferenciaré condiciones de contorno de restricciones por vínculos: diré simplemente "condiciones de contorno".) Como se tratará de sistemas aislados, será también una limitación ("b") el valor – constante – de la energía del sistema. Sin embargo, veremos de inmediato que esta presentación aparentemente simple, presenta dos serias dificultades que serán el motivo de discusión de este trabajo.

3. Primera dificultad.

Veremos que si deseamos explicar las compensaciones casuales, es decir, el proceso mediante el cual un sistema mecánico estadístico aislado se vuelca al equilibrio o se mantiene en él, no podemos prescindir de considerar ciertas “otras” limitaciones ("a") a los arreglos iniciales.

De ahora en adelante, vincularé el término "final(es)" a algún instante posterior al "instante inicial", instante (final) en el que la distribución probabilista de las condiciones (finales) sea de – o, mejor, haya llegado sensiblemente cerca del – equilibrio. Denominaré “producto” al arreglo final: distribución probabilista de condiciones finales. El producto queda fijado por el arreglo inicial, las condiciones de contorno, la energía del sistema y las leyes (deterministas) de evolución. El producto (estado de equilibrio o de cuasi-equilibrio), será algún tipo de distribución estocástica más o menos compleja, según el caso y según la óptica (boltzmanniana, gibbsiana u otra) desde la cual se lo estudie.

Desde ópticas de tipo boltzmanniano, los casos más simples podrían ser distribuciones gaussianas o similares, sobre una base de macroestados (si bien serían distribuciones equiprobables, sobre una base de microestados). Desde ópticas de tipo gibbsiano, serán distribuciones de igual densidad de probabilidad

(grano grueso), siempre en el espacio de las fases. Pero veremos enseguida, mediante un ejemplo, que si las condiciones iniciales (por ejemplo, el inicio reiterado del experimento) se suceden de manera *arbitraria* (salvo condiciones de contorno y salvo energía constante), es decir, sin limitaciones "a", solo con limitaciones "b", no podemos asegurar un producto que cumpla con las distribuciones *aleatorias o estocásticas* (es decir, un estado de equilibrio) a que nos acabamos de referir.

3.1. Terminología y algo más.

Creo importante realizar algunas aclaraciones terminológicas. Intentaré precisar aquí la diferencia entre "aleatoriedad" y "arbitrariedad". Es fundamental aclarar algunos puntos para evitar confusiones fatales. Usaré una demarcación en alguna medida relacionada con la que realiza John Earman. Debemos tener en cuenta varias dicotomías. Por otra parte, consideraré "estocasticidad" como sinónimo de "aleatoriedad".

arreglos probabilistas – arreglos absolutamente caóticos – arreglos aleatorios – arreglos iniciales arbitrarios

La noción de probabilidad se puede aplicar a los arreglos (iniciales o finales). En ese caso, existen distribuciones probabilistas de condiciones iniciales o finales. Y la noción de *aleatoriedad* se relaciona estrictamente con la de *probabilidad*. *Hay aleatoriedad si y solo si hay cierto tipo de distribución probabilista: la distribución correspondiente al equilibrio.*

No se debe confundir un arreglo (inicial o final) *probabilista* con uno *absolutamente caótico*. Un arreglo absolutamente caótico tampoco implica alguna distribución de probabilidades. No se trata de que cada condición inicial o final, punto en el espacio de las fases, tenga alguna probabilidad (ni cero, ni uno ni algún valor entre cero y uno) o alguna densidad de probabilidad. Ni que todas tengan la misma probabilidad o densidad de probabilidad. Por el contrario, no existe ninguna distribución de probabilidades. Lo que podemos decir es que todos los arreglos son posibles, sin endilgarles la categoría de probabilidad. En este caso habría que demostrar que es coherente suponer tal arreglo. En [Earman 1986] se considera que un arreglo absolutamente caótico podría ser imposible, si bien Earman no toma tal conclusión como definitiva. Ello está ligado a la manera como establece sus definiciones. Solo dice que "... *puede* no ser una noción coherente." (Mi traducción, mis itálicas.) Pero también agrega: "Yo predigo que el desafío no resultará." (Mi traducción.)

De cualquier modo, no usaré dicha noción de caos absoluto. Puede verse como una idealización, pero no será necesaria para la discusión. En todo caso, lo que plantearé como posibilidad (que, veremos, habrá que abandonar finalmente) es un arreglo inicial “arbitrario”. Tal arbitrariedad en la distribución probabilista de condiciones iniciales será mucho más acotada que el caos absoluto, pero permitirá más posibilidades (compatibles con las condiciones de contorno y la energía constante: limitaciones "b") que las que solo llevan al producto aleatorio (equilibrio) que efectivamente se observa. De modo que en lugar de hablar de caos absoluto hablaré de arbitrariedad. Es una situación (perfectamente coherente) intermedia entre “aleatoriedad” y “caos absoluto”. Estudiaremos a continuación un ejemplo de ese tipo.

3.2. Un ejemplo.

Es posible encontrar compensaciones aleatorias en casos en los que ciertos elementos del sistema son suficientemente grandes en tamaño y otros suficientemente pequeños y numerosos. Por ejemplo, un disco suficientemente grande – similar a una moneda – simétrico en forma y peso, cae a través del aire contenido dentro de un recipiente mucho mayor, sin que los choques moleculares del aire sobre sus caras lo desvíen sensiblemente (moléculas suficientemente pequeñas y numerosas). La repetición de la situación macroscópica inicial (muy probablemente otra posición inicial en el espacio de las fases) no cambiará el hecho de que ocurran las compensaciones “casuales”.

Supongamos ahora que las condiciones iniciales fueran tales que en las condiciones finales, las moléculas han golpeado mucho más un lado del disco que el otro, de modo que éste ha saltado hacia un lado. Y supongamos que las mismas o muy similares condiciones iniciales se dan en cada repetición del experimento. En esos casos el producto claramente no estaría cumpliendo con la aleatoriedad (equilibrio) que se observa en los hechos, en la realidad. Se trata de típicos casos en los cuales el arreglo inicial es *arbitrario* y no da lugar al producto aleatorio que normalmente se observa. Las condiciones iniciales de nuestro ejemplo (imaginario anómalo, que no ocurre en la realidad) suman una probabilidad igual a uno. Las que, en cambio, llevan a un producto que es el que habitualmente se observa suman (en nuestro ejemplo imaginario) una probabilidad igual a cero.

Por lo tanto, el producto que efectivamente se observa, que es otro, que no es el del ejemplo, ya que el disco no se desvía, exige considerar más restricciones (limitaciones "a") para el arreglo inicial.

3.3. Las preguntas.¹

La primera pregunta que nos planteamos es la siguiente: ¿cómo *justificamos* el hecho de que los arreglos iniciales arbitrarios no son posibles? Una contestación muy atinada es la siguiente: son los hechos experimentales, los hechos efectivamente observados, los que confirman² el arreglo inicial a partir de sus resultados: el producto. El producto es aleatorio, es el equilibrio, cumple con las compensaciones casuales esperadas (esperadas porque de hecho se observan). El arreglo inicial se calcula (cuando se puede) para que a partir de él y de las leyes de evolución, condiciones de contorno y valor de la energía (limitaciones "b"), se obtenga el producto estocástico esperado: en nuestro ejemplo, que los choques moleculares sobre el disco no produzcan una desviación apreciable sobre su trayectoria. La restricción a esos arreglos iniciales elimina cualquier otro arreglo (arbitrario) posible.

La primera pregunta queda contestada, pero no una segunda, que planteo a continuación: ¿cómo *explicamos* tal resultado probabilístico sobre la distribución de condiciones iniciales? ¿*Por qué* se compensan los resultados en ese ejemplo, de modo tal que prácticamente la mitad de los choques ocurren sobre un lado del disco y la otra mitad sobre el otro lado? ¿*Por qué* se distribuye la probabilidad de modo que se cumplan las compensaciones aleatorias? Siempre aparece como respuesta la *compensación estadística, el azar, la chance*. ¿Pero cómo se explica esa *casualidad*? ¿Por qué se producen compensaciones estadísticas, más allá de la inmediata pero no explicada impresión intuitiva?

Una posible hipótesis explicativa, basada en argumentos dados por varios investigadores,³ consiste básicamente en aceptar la existencia "natural" de tales "otras" restricciones sobre los arreglos iniciales.

En muchas ocasiones se suele postular arreglos iniciales que fijan igual (densidad de) probabilidad para cada condición inicial (para cada microestado: distribución micro-canónica), compatible con las condiciones de contorno y con la energía del sistema, *como si se tratara de una distribución arbitraria*. Pero se trata exactamente de lo contrario: es un arreglo extremadamente fijo y no arbitrario.

¹ El problema me fue planteado de manera general (incluyendo ambas preguntas) por H. Abeledo (comunicación personal).

² O sea, permiten inferir, de manera obviamente no deductiva, sino conjetural.

³ Conclusiones de este tipo han sido planteadas por H. Reichenbach, A. Grünbaum y H. Mehlberg desde diversos puntos de vista.

3.4. Primer supuesto explicativo.

Existen leyes del azar (o de la aleatoriedad o estocásticas) “*para el producto*” y ellas son lógicamente independientes de las leyes deterministas de evolución “*para el proceso*”. Ello explica la necesidad de introducir más restricciones sobre el arreglo inicial.

Bajo este supuesto, no basta con las leyes deterministas de evolución para poder completar la base teórica: deben agregarse las leyes probabilistas del azar, puesto que todas ellas (leyes deterministas de evolución para el proceso y leyes probabilistas del azar para el producto) juegan un rol en el proceso en estudio. Por lo tanto, el arreglo inicial no puede ser arbitrario.

Sin embargo, éste podría parecer un supuesto antieconómico: por un lado estarían las restricciones en el arreglo inicial y por otro las leyes probabilistas en el producto, generadoras (en sentido lógico, no cronológico) de las restricciones. Es por ello que se ha considerado más aceptable un segundo supuesto explicativo.

3.5. Segundo supuesto explicativo.

En lugar de suponer leyes probabilistas que restringen ("a") – en conjunción con las condiciones de contorno y la constancia de la energía ("b") – los arreglos iniciales, podemos suponer la existencia de dichas restricciones "a" como un hecho natural básico, fundante, para los arreglos iniciales, tan básicos, tan fundantes, tan naturales como lo son las leyes de la naturaleza. Tales restricciones darán lugar (ahora) a la presencia de las *regularidades* estocásticas del azar en el producto, que ya no serán leyes con esta nueva interpretación. Solo serán resultado de las restricciones "a" mencionadas (más las restricciones "b" más las leyes de evolución). Así, el arreglo inicial no puede ser arbitrario (esto resulta también del primer supuesto), lo cual aparece intuitivamente como sorprendente. He aquí, entonces, el segundo supuesto:

Existen limitaciones básicas para los arreglos iniciales, y esas limitaciones son lógicamente independientes de las leyes deterministas de evolución para el proceso.

Vemos así que, de aceptar alguno de estos dos primeros supuestos explicativos, habría restricciones – ontológicas – a la arbitrariedad de los arreglos iniciales: la aleatoriedad – ontológica – del producto, es resultado de limitaciones ("a") sobre los posibles arreglos iniciales, aun cuando haya determinismo – ontológico – de las leyes de evolución. Estas conclusiones son sorprendentes. ¿Es

posible que en el mundo determinista clásico no pueda haber arreglos iniciales arbitrarios, cualesquiera (compatibles con "b")? ¿Es posible que los arreglos iniciales tengan características intrínsecas (azar esencial), que vayan más allá del simple desconocimiento de las condiciones iniciales?

3.6. Articulación de los supuestos explicativos primero y segundo.

Tal vez se pueda aceptar un supuesto explicativo combinado. Tal vez sea equivalente suponer leyes estocásticas fundantes que determinan restricciones en los arreglos iniciales, o arreglos iniciales fundantes que determinan, junto con las leyes deterministas de la mecánica de partículas, regularidades estocásticas.

3.7. Tercer supuesto explicativo.

Señalaré ahora un supuesto diferente, según el cual la aleatoriedad del producto resulta en última instancia del propio sistema mecánico determinista, con lo cual, si ello es correcto podemos desentendernos de los arreglos iniciales y aceptar que un sistema mecánico estadístico evoluciona generando productos aleatorios. Si así fuese, podría parecer a primera vista que los arreglos iniciales podrían ser *realmente arbitrarios*. A partir de los arreglos iniciales, las propias ecuaciones de evolución deterministas llevarían al sistema a sus productos aleatorios. La situación correspondiente a este tercer supuesto se cumple fundamentalmente en sistemas mezcladores [*mixing*] (tipo especial de sistemas ergódicos). Este tercer supuesto, basado en cálculos matemáticos rigurosos, presenta problemas no resueltos. No me ocuparé de ellos porque no se relacionan con la dificultad que vengo intentando discutir aquí. Solo mencionaré aquello que se relaciona con el problema en discusión. Aun cuando se parta de la base de que todo sistema es mezclador, existen sistemas "anómalos" que no responden al desarrollo hacia la aleatoriedad habitualmente esperada en sistemas aislados (sistemas mezcladores "que no mezclan").⁴ Algunos son sistemas a cuyas condiciones iniciales se les hace corresponder una probabilidad finita (se derivan del denominado "teorema KAM"). Otros son sistemas que no tienden a la aleatoriedad habitualmente esperada, pero a cuyas condiciones iniciales se les hace corresponder una probabilidad de medida nula.

Nuestro planteo *no consiste* en preguntarse por qué no se observan en la realidad casos de tales tipos de sistemas. La contestación podría ser obvia: que no se los observa porque la probabilidad de su ocurrencia (en ambos casos) es suficientemente baja como para que sea prácticamente imposible su observación.

⁴ Me baso fundamentalmente en las ideas de [Sklar 1993].

Aun casos de probabilidad de medida nula son posibles. Pero es obvio que sería casi un milagro su observación.

Nuestro planteo *consiste* en preguntarse mediante qué mecanismo se ha decidido que tales sistemas tienen probabilidad finita (en un caso) y probabilidad de medida nula (en el otro). Lo que se ha hecho es *identificar* la probabilidad de la ocurrencia inicial de uno de esos sistemas con (o, mejor, hacerla proporcional a) su volumen correspondiente en el espacio de las fases. Por otra parte, aun en los casos "normales" (sistemas mezcladores "que mezclan"), también se hace su probabilidad inicial proporcional a dicho volumen. Esto supone que todos los puntos del espacio de las fases (microestados) son igualmente probables, ya que es solo bajo tal supuesto que se puede calcular la probabilidad "contando" (integrando) microestados. Todas las celdas (estados "grano grueso") del espacio de las fases en el enfoque de Gibbs, o todos los microestados en el enfoque de Boltzmann, ocupan el mismo volumen y se les confiere (se postula para ellos) igual probabilidad. Tanto para los casos "anómalos" que no mezclan como para los casos "normales" que mezclan, se ha postulado una distribución inicial de probabilidades sobre el espacio de las fases absolutamente restrictiva, puesto que asume *a priori* la equiprobabilidad de todos sus puntos. Por supuesto que esta equiprobabilidad queda más que justificada por los resultados experimentales. Pero la única explicación de dicha restricción⁵ es, nuevamente, la que hemos planteado para los primeros dos supuestos.

Para todos los sistemas (sean "anómalos" o "normales") se requiere postular previamente una probabilidad proporcional al volumen correspondiente, con lo que el arreglo inicial está restringido (limitación "a", además de "b") y, luego, no es ni puede ser arbitrario.

3.8. Conclusión.

El tercer supuesto explicativo se reduce en última instancia a los dos anteriores, o a la articulación de ambos (3.6.), que es la única manera que encontramos de resolver esta primera dificultad.

⁵ La pregunta de Horacio Abeledo acerca del por qué de dicha equiprobabilidad fue tal vez el motivo inicial de la realización del presente trabajo.

4. Segundo problema y mi conjetura.

4.1. El problema.

Un problema diferente aunque muy relacionado con el anterior es el del paso de la mecánica de partículas a la mecánica estadística. Surge una vaguedad inquietante: ¿cuántas partículas hacen falta para que “aparezcan” o “comiencen a funcionar como tales” las restricciones en los arreglos iniciales y/o las leyes del azar en los arreglos finales? Parece evidente que con muy pocas partículas manipulables no se necesita ninguna postulación. Basta con las leyes deterministas de evolución y “cualesquiera” condiciones iniciales compatibles con las condiciones de contorno y la energía. Curiosamente, en ese “cualesquiera” se esconde la hipótesis de la arbitrariedad para pocas partículas (supongamos tres esferitas manipulables; o dos; o una). Nada nos hace suponer que, aparte de las restricciones "b" que impongan las condiciones de contorno y la energía, haya restricciones probabilísticas para las condiciones iniciales. No tiene sentido hablar de probabilidad de cada condición inicial puesto que dependerá de nosotros qué condición inicial *elegir* para poner en marcha el sistema. En consecuencia, parece que solo hay (en los experimentos repetidos) leyes deterministas de evolución y sucesiones arbitrarias de condiciones iniciales. En cada experimento, una vez producidas las condiciones iniciales elegidas arbitrariamente (salvo "b"), se deja aislado al sistema, siempre con la misma energía.

¿Pero entonces, en qué número de partículas la mecánica pasa a ser mecánica estadística? ¿O es que un proceso para pocas partículas es del mismo tipo que para muchas? Si así fuese, no habría mecánica de partículas. Solo habría mecánica estadística. La mecánica habría sido reducida a la mecánica estadística y no a la inversa. Este punto es muy delicado, porque si es así, entonces hay una sola mecánica: la mecánica estadística. Y habría arreglos iniciales prohibidos y otros permitidos aun para una partícula, lo que, por otra parte, parece resultar completamente absurdo si tenemos en cuenta lo que dijimos en el párrafo anterior.

Pienso que para el caso de muchas partículas – sin más, nuestro ejemplo previo – podríamos suponer un duende omnisciente, de modo que fije las condiciones iniciales en cada experimento y deje aislado al sistema, siempre con la misma energía. El duende (como nosotros con pocas partículas) no agrega ni quita energía al sistema. Más bien, fija dicha energía en el valor deseado y cierra el sistema. No habría por lo tanto restricciones, lo mismo que en el caso de las tres, o dos o una bola manipulable. Creo, por lo tanto, que hay una sola mecánica (no hay nada que reducir). Y el aparente absurdo sigue en pie.

4.2. La conjetura.

Propongo la siguiente conjetura posible para intentar resolver este problema: cuando el duende o nosotros elegimos arbitrariamente la sucesión de condiciones iniciales, es decir, el arreglo inicial, lo que hacemos es agregar en cada experimento condiciones de contorno ("b") de modo que no quede lugar para más restricciones ("a"). Por lo que las condiciones iniciales quedan totalmente determinadas por las condiciones de contorno y la energía (limitaciones "b"), con lo cual desaparecen los grados de libertad dentro de los cuales jugaba la aleatoriedad ("a") inicial.

De ese modo se compatibiliza la existencia de restricciones "a" en los casos en los que no se eligen las condiciones iniciales, con la falta de tales restricciones cuando se eligen dichas condiciones. La diferencia entre mecánica y mecánica estadística queda eliminada del campo ontológico y solo se mantiene en el campo gnoseológico: con pocas partículas podemos elegir las condiciones iniciales en cada repetición del experimento. Con muchas partículas (caso de las moléculas del aire, por ejemplo) no podemos realizar dicha elección (no somos duendes omniscientes). Por lo tanto, quedan grados de libertad abiertos para que funcionen las restricciones "a" sobre ellos y se den solamente las distribuciones probabilísticas de condiciones iniciales que permiten el resultado aleatorio (equilibrio) que se observa.

Bibliografía

- Earman, J. (1986), *A Primer on Determinism*, Dordrecht / Boston / Lancaster / Tokyo: Reidel.
- Flichman, E.H. (2002), "Grados de determinismo e indeterminismo", en P. Lorenzano y F. Tula Molina (eds.), *Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur*, Bernal, Prov. de Buenos Aires: U.N. de Quilmes, pp. 155-160. (Publicado también: (2001) en Secretaría de Investigación (ed.), *Problemas de investigación, ciencia y desarrollo*, Los Polvorines, Prov. de Buenos Aires: U.N. de Gral. Sarmiento, pp. 419-424.)
- Grünbaum, A. (1973), *Philosophical Problems of Space and Time*, Dordrecht/Boston: Reidel. (Segunda edición, ampliada. Es el volumen XII de los Boston Studies in the Philosophy of Science.)

- Krylov, N. (1979), *Works on the Foundations of Statistical Physics*, Princeton, Princeton University Press.
- Sklar, L. (1993), *Physics and chance – Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*, Cambridge / Nueva York / Melbourne: Cambridge University Press.

Relaciones científicas entre el Cono Sur y Venezuela: el caso de la medicina veterinaria (1933-1955)

Yajaira Freites[†]

*Dpto. Estudio de la Ciencia, Instituto de Investigaciones Científicas (IVIC),
Venezuela*

Introducción

A mediados de los años treinta el Estado venezolano estaba interesado en incorporar conocimientos y destrezas científicas y exploró la posibilidad de obtener asesoría, contratar personal de países que contarán con estas capacidades. Fue así como el gobierno venezolano del entonces dictador Juan Vicente Gómez [1908-1935] y luego el de su sucesor, Eleazar López Contreras [1936-1940] optaron por hallarlas en países de la región del Cono Sur, concretamente Argentina, Chile y Uruguay. Interesa detallar los diferentes momentos de esa relación, las modalidades y los logros en el campo de la medicina veterinaria, así como los diversos profesionales de la veterinaria comprometidos en esa relación.

La modernización del mundo agropecuario

En los años treinta cuando la crisis económica mundial afectó también a la sociedad venezolana, especialmente la vinculada al comercio agro exportador, llevando a la ruina a los agricultores venezolanos. El gobierno del entonces General Gómez, impulsó una serie de medidas a favor de aquellos, tal como el otorgamiento de préstamos bancarios para el rescate de sus tierras y el establecimiento de servicios estatales destinados a incentivar una agricultura y ganadería basada en principios científicos con miras a la exportación (Freites 1987).

La creación de los servicios además de la consiguiente organización de unidades en el campo, laboratorios, implicaba contar con personal profesional que no existía en el país procedentes de las áreas de la veterinaria y agronomía, que en cierta forma tenían la responsabilidad de crearlos y ponerlos en marcha los

[†] yfreites@ivic.ve, yefreites@yahoo.es.

servicios. El asunto fue solventado con la contratación de expertos extranjeros y fueron preferidos aquellos provenientes de países afines con Venezuela así como que dominasen el castellano; pues también se preveía que este personal extranjero participaría en la formación del recurso nacional. Para ello se fundó la Escuela de Experto-Agropecuarios (1932), donde se pretendía instruir tanto a técnicos dedicados al agro como a la producción pecuaria; un examen del pensum de estudios revela que los relativos con la producción pecuaria estaban menos tratados que los de la agronomía (Freites 1999, p. 345).

La contratación de personal del sur

La política del gobierno venezolano de contratar personal extranjero para el área agropecuaria, se mantuvo hasta mediados de los años cincuenta. Concretamente los veterinarios procedentes del sur constituyeron el 13% de los profesionales extranjeros que vinieron al país entre 1933-1955, un grupo bastante pequeño en comparación al de Italia (37%) o el de España (23%). Pero como se verá a continuación, el grupo sureño tuvo un papel relevante dado su carácter de pionero. Así, cuando se inicia la contratación, cuatro médicos veterinarios ingresaron al país, el primero de ellos era de origen checo, Vladimir Kubes, quien había estado en Ecuador creando los servicios de salud animal y dominaba el castellano. Los otros eran el chileno Carlos Otto, y los argentinos Emilo Graña y Fernando Roumigüire. Un quinto vino por su propia cuenta en 1931, el uruguayo Guillermo Vogelsang [1897-1969] (Freites 1999).

El chileno Otto viajó por todo el país entre 1934 a 1937, y junto con Kubes, realizó un diagnóstico de las enfermedades que aquejaban al rebaño nacional, del cual tenemos conocimiento por los informes que rindiera al Ministerio (Otto 1933, 1934b, 1935); también tuvo una labor divulgativa, dictando conferencias en los centros ganaderos, una de ellas fue publicada (Otto 1934a). Por su parte los argentinos Graña y Roumigüire, estuvieron más activos entre 1936 a 1937; se tiene noticias del segundo a través de sus trabajos publicados en las revistas divulgativas como *La Revista Ganadera* y *El Agricultor Venezolano*, donde se ocupó de los aspectos zootécnicos (Roumigüire 1936a, b y c). Solo se ubicó un informe de Roumigüire (1937, p. 148) al Ministerio, que tuvo impacto en su época, y trató de la salud de las vacas que suministraban la leche para la ciudad de Caracas, lo cual llevó al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social a declararla no apta para el consumo humano. De Graña solo se conoce un artículo divulgativo sobre lo que era una vacuna (Graña 1936); él fue uno de los fundadores de la Escuela Superior de Veterinaria (1938), siendo su primer director, por corto tiempo. En conjunto el grupo organizó los servicios ambulantes y las inspecciones fijas.

Por su parte el uruguayo Vogelsang comienza trabajando como médico veterinario en el Hipódromo de Caracas e ingresó en el ejército como asimilado, alcanzando el rango de coronel; desde 1931, hace docencia en la Escuela Práctica de Agricultura localizada en Maracay. En 1935 esta a cargo del consultorio veterinario de la Compañía Ganadera Industrial Venezolana. Luego, al crearse la Escuela Superior de Veterinaria (1938) ingresa como docente y luego fue su director por varios años. Allí, junto con el italiano Piero Gallo, se dio a la tarea de realizar investigaciones de parasitología, y fundaron la primera revista científica venezolana en el área de la veterinaria, *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitológica* (1939) que luego pasó a convertirse en la Revista de la Facultad de Veterinaria-UCV (1980). Vogelsang, al contrario de sus colegas que regresaron a sus países al cabo de varios años, vivió en Venezuela hasta su muerte. Al final de los cuarenta Vogelsang es uno de los profesionales que viaja a México para conocer de cerca la epidemia de aftosa que afectaba a ese país; estableciendo un nexo que luego Venezuela se serviría cuando a principios de los cincuenta se vio afectado por tal enfermedad.

En 1937 fue contratado Antonio Bauza, de acuerdo a León (1996, p.97), entre sus obligaciones estaban la enseñanza y el ejercicio de su profesión, tanto teórica como práctica en los lugares de la república que el indicara el ministerio. En la misma época vino Juan Borsotti, quien estuvo como docente de la Escuela de Mayordomo en el estado Mérida y realizó las primeras inseminaciones en la Central de Bobures (Zulia) (Dubuc Marchiani 1988, p.139). Se estableció en el país, donde dejó descendencia; a finales de los años cuarenta (1947) se vio envuelto en una polémica, sobre la importación de carne congelada desde la Argentina en contra de la opinión del Ministro de Agricultura y Cría como del Director de Ganadería quienes se oponían ello debido a la posibilidad de que ello diera lugar a la entrada de la fiebre aftosa al país (Ruiz Martínez 1966, pp. 137-141). Con Borsotti, se cierra el ciclo de veterinarios del sur dando mayor cabida a la oleada de profesionales procedentes de España e Italia que llegan a Venezuela a principios de los cuarenta y los cincuenta, respectivamente (Freites 1999).

Los venezolanos viajan al sur

A la muerte del general Gómez (1935), le sucede el general López Contreras (1936), quien emprende un proceso de modernización de la sociedad venezolana; la política de incentivar una agricultura y ganadería basada en principios científicos fue continuada pero ya el objetivo era abastecer el mercado interno y se buscaba que los servicios veterinarios fueran extendidos a todo el territorio, razón por la cual se tenía que contar con mayor personal para su funcionamiento; se pensó que no bastaba la contratación de personal extranjero o

la simple formación de técnicos nacionales sino de profesionales universitarios venezolanos en el área de la agronomía y la veterinaria; se diseñó una doble estrategia, creándose las respectivas Escuelas Superiores de Agronomía y Veterinaria (1938), con un cuerpo de docentes integrado por una mezcla de médicos venezolanos y veterinarios extranjeros. La otra parte de la estrategia consistía en enviar a jóvenes venezolanos a estudiar veterinaria en las escuelas de Argentina, las Universidades de La Plata, y de la de Buenos Aires, y en la Universidad de la República en Uruguay y en Chile. Ruiz Calderón (1997, pp. 11-122) indica que entre 1936 a 1945, 32 jóvenes obtuvieron su título de veterinario en Argentina, Chile y Uruguay. A partir del 1946, cesó el programa en el exterior (Freites, 1999).

En 1945, con motivo de la toma del gobierno por una combinación de jóvenes militares y políticos de partido Acción Democrática [1945-1947], los puestos directivos del Ministerio de Agricultura y Cría pasaron a ser desempeñados por profesionales venezolanos de la agronomía y veterinaria, formados en las universidades de La Plata y Buenos Aires.

La escuela del sur en Venezuela

Con la creación de la Escuela Superior de Veterinaria, se separa definitivamente aquella de la agronomía, el binomio que había tenido en minusvalía a la primera. La escuela venezolana implícitamente habría tenido como modelo de referencia a su homónima en La Plata¹; de ésta tomó el pensum de estudio, empezándose el conocimiento del caballo al igual que en el sur (León 1996, p. 148). Ello en parte fue reforzado por la incorporación en calidad de profesores de los ex becarios que habían realizados sus estudios en Argentina y en Uruguay; así como por la presencia de algunos profesores argentinos como Víctor Manuel Arroyo, médico veterinario chileno, residenciado en Argentina quien fue contratado en 1946; él había fundado la Cátedra de Anatomía Descriptiva en la Facultad de Medicina Veterinaria de Chile; posteriormente imparte la misma materia en la Universidad de La Plata, y luego ayuda a su discípulo de La Plata, Francisco Urbina Romero, a organizar la misma cátedra en Venezuela (León 1996, p. 233).

¹ De acuerdo a León (1996, p. 113) La cancillería venezolana había recibido información de las escuelas superiores de veterinaria del Brasil, así como el plan de estudio de la Universidad de La Plata en Argentina. Personalmente constamos, que ese plan fue el que se siguió en Venezuela.

Transferencia de tecnología y referencia

Tempranamente en los años treinta, un grupo de particulares, entre los que se encontraba el propio presidente de entonces General Gómez, sus hijos así como otras figuras connotadas de la política de entonces, creó la Industrial Ganadera de Venezolana, S.A., (1934). La empresa, estaba orientada al procesamiento industrial de productos cárnicos; dado que se trataba de una actividad en la cual el país no había contado experiencias previas, la compañía hubo de usar el sistema Tabáres procedente del Uruguay, a través del pago de la patente Artigas (Graterol 1934, p. 11).

El dueño de la patente, Ramón Tabáres hijo, vino al país, adquirió varias de las acciones de la empresa y tuvo a su cargo la compra en Estados Unidos de las maquinarias para la factoría asentada en la ciudad de Maracay; al parecer él había desempeñado similares actividades en instalaciones del Uruguay y Brasil. También vinieron del Uruguay un grupo de expertos bajo cuya dirección empezaron a funcionar los diferentes departamentos de la industria, mientras se entrenaban a los técnicos y obreros venezolanos. La meta de los socios era que fuese que la empresa tuviese instalaciones similares a las de Argentina, Uruguay y Brasil (Anónimo 1934, p. 11).

Finalmente cuando a principios de los cincuenta la fiebre aftosa se hizo presente en Venezuela (Freites y León 2005), hubo referencias a la antigua conexión con el Sur. Con anterioridad, ante las noticias alarmantes de la epizootia en México, las publicaciones venezolanas hacen acopio de información; así entre ellas la ***Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología*** incluye el trabajo experimental de dos argentinos sobre resultados hematológicos en los animales en el período post-vacunal contra la fiebre aftosa (Rottgardt y Lanusse 1948). Y cuando la aftosa es oficialmente declara, muestras son enviadas a los Institutos de Investigación en Lyon y en Argentina para una mejor identificación del virus; y el gobierno de entonces al organizar la lucha de erradicación de la aftosa, designa a un egresado de estudios en el Uruguay como director del Instituto de Fiebre Aftosa, y a otro para organizar el Laboratorio de Producción de Vacunas (Ruiz Martínez 1966, p. 162). Pero fue el saber hacer mexicano que permitió a los venezolanos organizar la campaña que erradicó la aftosa del país². Era el fin de una época de influencia del Sur en Venezuela. Los veterinarios venezolanos miraran de ahora en adelante en otra dirección.

².- De acuerdo a Zabala (2005), en la Argentina había las capacidades científicas para la fabricación de la vacuna contra la aftosa pero faltaba la voluntad política y social para erradicar dicha enfermedad; al contrario de México en donde si la hubo (Cervantes 2005).

Conclusión

El impacto de la relación con países del Cono Sur, especialmente, Argentina y Uruguay, fue importante para la implantación de la medicina veterinaria en Venezuela. Por una parte está la influencia relativa a la formación de los recursos humanos, a través del programa de becas en el sur o por la instrucción que recibieron en Venezuela en una escuela que tenía como modelo su homónima Argentina. Fueron precisamente los egresados de ese país quienes tomarían el control de la disciplina y no sus contemporáneos educados en Venezuela. Por otra parte, los veterinarios del sur, si bien constituían un grupo numéricamente modesto, ellos tuvieron a su cargo las tareas iniciales de poner en marcha los servicios de sanidad animal, realizar los primeros diagnósticos, tomar parte activa en la formación del personal venezolano en el país, así como establecer la investigación en la escuela de veterinaria, y crear los órganos de difusión del saber veterinario en el país, ya por la vía de la divulgación como de la revista científica. Desde esta perspectiva, en conjunto, tuvieron un impacto relevante en la institucionalización de la veterinaria en Venezuela. Individualmente, casos como de Vogelsang y Borsotti por haberse quedado en el país tuvieron una influencia mayor a la larga, ya como académicos o asesores del gobierno.

La transferencia de tecnología en la industria cárnica procedente del Uruguay constituyó un episodio único pero de gran impacto; debido a que era la única industria en su momento y pertenencia al dictador de turno.

El episodio de la aftosa nos revela los días finales de una influencia, en donde el Sur había contribuido a crear las capacidades científicas y profesionales de la veterinaria en Venezuela, proporcionando estudios experimentales acerca de la epizootia, susceptible de vencer; pero paradójicamente, esa experticia científica no era usada – al menos en Argentina- en esa época en la erradicación de la enfermedad.

Finalmente, la relación entre Venezuela y el Sur tuvo el ritmo de ir de más a menos, al no establecerse otros vínculos más permanentes tal como pudieran haber sido los relativos a la investigación o la cooperación técnica. Esto en parte se debió a que el gobierno venezolano había contratado a los expertos de países procedentes del Cono Sur y estos venían a título personal y no como parte de un convenio de intercambio y asesoría con instituciones de estos países.

Referencias bibliográficas

Anónimo (1934), “La Compañía Ganadera Industrial Venezolana y la industria pecuaria nacional”, *Revista Ganadera*, 2,11-15.

- Dubuc Marchiani, W. (1989), *Veterinaria no es apellido*, Caracas: Ediciones Dumar.
- Freites, Y. (1987), "La ciencia en la época del gomecismo", *Quipu*, No. 2, 213-251.
- Freites, Y. (1999), "La implantación de la medicina veterinaria. El papel de los pioneros extranjeros (1833-1955)", *Interciencia*, 6, 344-3351.
- Freites, Y. y León, J.A. (2005), "La fiebre aftosa en Venezuela: 1950-1960", Simposio Enfermedades que afectan a los animales que consumimos, *Proceedings of The XXist International Congress of History Of Science México 2001*, Juan José Saldaña, editor, UNAM-SMHCT, Ciudad de México, Vol. 8, 767-775.
- Graña, E. (1936), "¿Qué es una vacuna?", *El Agricultor Venezolano*, 4, 5.
- Graterol, M. (1934), "Documento constitutivo de la Compañía Ganadera Industrial Venezolana", *Revista Ganadera*, 1, 9-12.
- León, J. A. (1996), *20 Años de la Facultad de Ciencias Veterinarias [UCV], 1938-1958*, Caracas: Secretaria de la UCV y Asociación de Profesores de la UCV-APUCV.
- Otto, C. V. (1933), "Mastitis y metritis con su tratamiento", en *Memoria del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría*, Caracas, Tomo III, p. 387.
- Otto, C. V. (1934^a), "Conferencia a los ganaderos", *Boletín del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría*, 10-11, 939.
- Otto, C. V. (1934^b), "Informe" en *Memoria del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría*, Caracas: Tomo III, pp. 433-460.
- Otto, C. V. (1935), "Cólera de las aves de corral", en *Memoria del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría*, Caracas: Tomo III, p. 501.
- Otto, C. V. (1937), "Informe sobre el distrito... del Edo. Falcón", en *Memoria del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría*, Caracas, Tomo III, p. 155.
- Rottgardt, A. A. y Lanusse, J. M. (1948), "Algunas observaciones sobre variaciones sanguíneas numéricas de la serie blanca en el período post-vacunal contra la fiebre aftosa", *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología*. 1-4, VII, 9-34.
- Roumiguère, F. (1936^a), "El problema ganadero venezolano", *El Agricultor Venezolano*, 2, 7.
- Roumiguère, F. (1936^b), "Como conocer la apariencia la vaca lechera buena en nuestro ganado criollo", *El Agricultor Venezolano*, 6, 42.
- Roumiguère, F. (1936^c), "Vacuno pigmeo", *El Agricultor Venezolano*, 7, 31.
- Ruiz Calderón, H. (1997), *Tras el fuego de Prometeo. Becas en el exterior y modernización en Venezuela (1900-1996)*, Caracas: Nueva Sociedad, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT-

- ULA), Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Fundacyte-Mérida).
- Ruiz Martínez, C. (1966), *Veterinaria en Venezuela. Treinta años de fomento ganadero (1936-1966)*, Caracas: Editorial Sucre.
- Zabala, J. P. (2005), “Capacidad científica y políticas públicas: historia de la lucha antiaftosa en Argentina”, Simposio Enfermedades que afectan a los animales que consumimos, *Proceedings of The XXist International Congress of History Of Science México 2001*, Juan José Saldaña, editor, UNAM-SMHCT, Ciudad de México, Vol. 8, 802-816.

A Química em Instituições de Ensino Secundário e Superior: Araraquara – Estado de São Paulo – Brasil

Nivia Aparecida Friollo de Pauli[†]

*Doutoranda do Programa Pós-Graduados em História da Ciência
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo*

O principal objetivo deste trabalho, apresentado como dissertação de Mestrado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência - foi realizar uma investigação histórica da introdução da disciplina Química nas primeiras instituições de ensino secundário e superior em Araraquara, no início do século XX¹, mais precisamente entre os anos de 1920-1930. Pretendemos agora ampliar essa pesquisa, investigando a disseminação da Química a partir da criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo – USP - implantada em 25 de janeiro de 1934. Esse fato teve repercussão na cidade de Araraquara², na medida em que um de seus doutorandos de 1948, professor Waldemar Saffioti³, ali organizou e desenvolveu o ensino de Química em nível superior, nos moldes do Departamento de Química de São Paulo⁴, através da criação do Instituto Isolado de Química em 1961, subordinado ao Conselho Estadual de Educação.⁵

[†] niviadepauli@vivax.com.br

¹ Friollo de Pauli, (2003), A Química em Instituições Secundárias e Superior: Araraquara nas primeiras décadas do século XX.

² Primeira cidade a implantar o Curso de Química Superior, no interior do Estado de São Paulo, Brasil.

³ Foi responsável pela implantação do Curso de Química em Araraquara, no ano de 1960, tendo defendido a Tese de Doutorado sobre “Composto de Adição de Sulfóxidos e Selenóxidos”, na Universidade de São Paulo – Departamento de Filosofia, Ciências e Letras – Departamento de Química, dirigida pelo Prof. Dr. Heinrich Rheinboldt.

⁴ Mathias (1975), p. 41.

⁵ Decreto nº 48.906 – de 27 de agosto de 1960 – Concede autorização para o funcionamento do curso. O Presidente da República, usando da atribuição que lhe confere o artigo 87, item I, da constituição, e nos termos do art. 23 do Decreto- Lei número 421, de 11 de maio de 1938 decreta: Artigo único. É concedida autorização para o funcionamento do Curso de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, mantida pelo Governo do Estado de São Paulo e situada em Araraquara. Brasília, 27 de agosto de 1960; [assinado pelo Presidente da República] Juscelino Kubitschck –Publicado no Diário oficial da União em 19 de outubro de 1960.

Inicialmente, é necessário que situemos brevemente o percurso da Química desde os tempos do Império, quando sua importância aumentava no Brasil, em âmbito industrial.

Na província⁶ de São Paulo, nada se registrava de significativo nesse período, com exceção da utilização da Química em pequena escala nos laboratórios das farmácias, “segundo as regras constantes das farmacopéias e dispensatórios”⁷. Os farmacêuticos que trabalhavam em São Paulo procediam das escolas do Rio de Janeiro, de Ouro Preto, da Bahia e até da Europa.

Já no início do século XX, surgiam as primeiras instituições destinadas a preparar químicos para a indústria, que começava a se desenvolver,⁸ em consequência da primeira guerra mundial (1914-1918).

Empreendedores mais esclarecidos e conscientes percebiam a necessidade indiscutível de indústrias químicas com técnicos especializados para auto-suficiência do país nesse setor. Ressalta-se que a produção industrial do país cresceu cerca de 130% no período de 1914-1920 e São Paulo tornou-se o maior centro industrial, contribuindo com 33% dessa produção.⁹

No município de Araraquara, nessa transição de século, o quadro econômico também foi de prosperidade. A qualidade do solo atraía muitos agricultores que ali formaram grandes fazendas de café. A produção chegou a bater recorde na média do Estado¹⁰ e foi nesse contexto de prosperidade que Araraquara passou a contar com os benefícios da estrada de ferro¹¹, marco determinante do seu crescimento econômico.

Nesse mesmo período, foram implantadas na cidade três instituições de ensino secundário: Associação da Escola Mackenzie de Araraquara, em 1920,

Decreto nº 44.566, de 22 de Fevereiro de 1965 – Dispõe sobre o reconhecimento dos Cursos de Letras Anglo-Germânicas, de Pedagogia, de Química e de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, Adhemar Pereira de Barros, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições e de acordo com a Portaria nº 363 da Presidência do Conselho Estadual de Educação, publicada no Diário Oficial de 7 de janeiro de 1964, decreta: Artigo 1º - Ficam reconhecidas os Cursos de Letras Anglo-Germânicas, de Pedagogia, de Química e de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara. Artigo 2º - Este decreto entrará em vigor na data da sua publicação – Diário Oficial, dia 23.2.1965, página 4.

⁶ Denominação dada aos atuais Estados.

⁷ Liberalli (1958), p. 144.

⁸ Mathias (1958), *op cit.*, p. 16.

⁹ Furtado (1983), pp. 145-64.

¹⁰ França (1915), p. liii.

¹¹ O desenvolvimento da cidade era tanto que, em 1885, inaugurou-se a Estrada de Ferro Araraquara, para transportar café até o Porto de Santos. Esse empreendimento teria ganhado forma por iniciativa de Carlos Baptista Magalhães.

Colégio Progresso de Araraquara, em 1924 e Escola Nacional de Comércio de Araraquara, em 1928, além da Escola de Farmácia e Odontologia de Araraquara, de ensino superior, em 1923.

O Colégio Mackenzie oferecia os cursos primário, intermediário, secundário e um curso profissionalizante, denominado Curso Comercial Agrícola que apresentava, em sua grade curricular, para o terceiro ano, a disciplina Química, com duas horas-aula semanais e, para o quarto ano, cinco horas-aula semanais, acrescidas de uma conferência semanal e trabalho prático ligado a atividades rurais, em forma de demonstrações agrícolas, em terras adquiridas pela instituição de ensino para esse fim específico.

No Colégio Progresso eram ministradas aulas de Química nas quinta, sextas e sétima séries do curso ginasial. Favoreceu esse fato a existência, no estabelecimento, de espaço físico adequado para laboratório - organizado em forma de anfiteatro – próprio para aulas demonstrativas.

Já na Escola Nacional de Comércio, era oferecido um curso técnico de contabilidade, que, num primeiro momento, parece não ter relação com o curso de Química, mas que, surpreendentemente, contava com essa disciplina no terceiro ano do curso propedêutico – destinado à preparação para o curso técnico. Além disso, o currículo incluía uma disciplina denominada Merceologia, cujos conteúdos apresentavam estreita relação com a Química, pois os conhecimentos relacionados a essa ciência capacitavam os alunos para a comercialização de diferentes materiais e produtos.

Analisando as propostas de ensino de Química nessas instituições, torna-se evidente a importância de adequar o ensino às legislações vigentes no período,¹² que exigiam maior proximidade com as transformações socioeconômicas do início do século.

A pesquisa enveredou também pelo ensino de nível superior – a Escola de Farmácia e Odontologia de Araraquara, fundada em 1923, por influência de Bento de Abreu Sampaio Vidal, presidente da Câmara Municipal de Araraquara. Essa instituição tinha suas bases teóricas assentadas nos estudos da Química e também, por inspiração de Sampaio Vidal,¹³ contou com o apoio da Missão Rockefeller,

¹² Nóbrega Vol. III, T. I, p. 137-61. Reforma Carlos Maximiano, 18 de março de 1915, decreto nº 11.530, que reorganiza o Ensino Secundário e Superior na República. A Reforma João Luiz Alves, conhecida por Lei Rocha Vaz, de 13 de Janeiro de 1925, decreto nº 16.782-A, estabelece o concurso da União para a difusão do ensino primário, organiza o Departamento Nacional do Ensino, reforma o ensino secundário e o superior e dá outras providências.

¹³ Manuscrito: Livro 508, p.59, Arquivo Público Histórico Professor Rodolpho Telarolli. Discurso proferido por Bento de Abreu Sampaio Vidal, 15 de janeiro de 1923, na cidade de Araraquara.

que, na década de 20, foi chamada para contribuir com a modernização da saúde pública brasileira¹⁴. Nesse sentido, o apoio da Fundação Rockefeller direcionou a atuação da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara para atender à população da região, que aumentava na mesma proporção da urbanização crescente.

Até 1934, tais cursos de Química, assim como o ensino da Química superior do país, eram considerados exclusivamente profissionais, pois não havia orientação para novas pesquisas.

Com a fundação da Universidade de São Paulo, em 25 de janeiro de 1934, por Armando Salles de Oliveira, coube ao professor Doutor Heinrich Rheinboldt organizar, ministrar e pesquisar essa ciência dentro da estrutura universitária, dando às atividades químicas no Estado grande impulso. Com a contratação desse emérito professor houve grande avanço na pesquisa relacionada à Química pura em São Paulo, que Simão Mathias denomina: “*A escola de Rheinboldt*”¹⁵.

Com os trabalhos de Rheinboldt e de seu assistente, professor Heinrich Hauptmann, formou-se uma escola de investigadores químicos puramente científicos, entre os quais o professor Waldemar Saffioti, formado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo, em 1942, Doutorado sob a orientação do professor Heinrich Rheinboldt, em 1948.

Ressaltamos que os estudos e pesquisas do professor Rheinboldt atingiram a cidade de Araraquara, com a participação efetiva do professor Saffioti, que, juntamente com um grupo de colaboradores organizou e estruturou o ensino no Departamento de Química junto a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, conforme consta da Ata da 1ª reunião:

[...]“Aos três dias do mês de dezembro de mil, novecentos e sessenta e dois, às desesseis horas reuniram-se em sessão ordinária, os seguintes professores - Catedráticos, todos membros do Departamento de Química: Almerindo Marques Bastos, Arahy Baddini Tavares, Ihaim Jurist, Ruy Madsen Barbosa, Waldemar Saffioti, a Professora - Assistente Clara M. Gelbart e o aluno Joaquim Theodoro de Souza Campos[...]”¹⁶”

As atividades do Instituto foram iniciadas em 1961, autorizadas pelo Decreto nº. 48.906, de 27 de agosto de 1960 e reconhecida através do Decreto nº.

¹⁴ Moreira, pp. 621-3.

¹⁵ Mathias, *op cit.*, p. 21.

¹⁶ Manuscrito: Livro Ata da primeira reunião do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, p.1 arquivado no Instituto de Química Araraquara.

44.566, de 22 de fevereiro de 1965. O atual Instituto de Química da UNESP – Araraquara, já formou até o ano de 2000, 1.022 profissionais.¹⁷

Nossos estudos têm demonstrado que a realização de pesquisas, pelos professores e alunos do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Araraquara, e depois pelo Instituto de Química de Araraquara, foi definitiva para a consolidação da Química nessa cidade, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de outros importantes centros de pesquisas na região, tendo como referência o trabalho implantado e desenvolvido pelo Professor Waldemar Saffioti, fundador da Instituição.

Bibliografia

- Alfonso-Goldfarb, A. M. (1994) *O que é história da ciência*. São Paulo: Brasiliense, (Col. Primeiros passos, Vol. 286).
- Alfonso-Goldfarb, A. M. (2001) *Da alquimia à química. Um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo*. 3ª ed. São Paulo: Landy.
- Almeida, N. M. (1948) *Álbum de Araraquara*, [s.ed.].
- Azevedo, F. de, org (1994). *As ciências no Brasil* Rio de Janeiro, UFRJ, 2 vols.
- Ferraz, M. H. M (1997). *As Ciências em Portugal e no Brasil (1772-1822): o texto conflituoso da química*. São Paulo: Educ/FAPESP/Editora da PUC.
- França, A. M. (1915), *Álbum de Araraquara*. Araraquara: João Silveira.
- Friollo de Pauli, N.A. (2003), *A Química em Instituições Secundárias e Superior: Araraquara nas primeiras décadas do século XX*.
- Furtado, C. (1987). *Formação Econômica do Brasil*. São Paulo: Cia. Editora Nacional.
- Furtado, M.B.(1983). *Síntese da Economia Brasileira*. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A.
- Haidar, M.L.M. (1997). *O Ensino Secundário no Império Brasileiro*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Liberalli, C. H. (1958.) *Ensaios Paulistas – Contribuição de “O Estado de São Paulo às Comemorações do IV Centenário da Cidade”*. São Paulo: Anhambí S/A.
- Lorenzo, H. C.(1958.) “Origem e Crescimento da Indústria na Região ‘Araraquara - São Carlos’”. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Departamento de Ciências Sociais da Universidade de São Paulo.

¹⁷ Inventário Profissional de ex-alunos do Curso de Graduação, concluintes de 1964 a 2000, p. 115.

- Löwy, I. (1999) "Representação e intervenção em saúde pública: vírus, mosquitos e especialistas da Fundação Rockefeller no Brasil". *História, Ciência, Saúde Manguinhos*, 5,3, pp. 647-77.
- Mathias, S. *Cem anos de Química no Brasil*. São Paulo: USP, 1975.
- Moreira, M. C. N. (1999) "A Fundação Rockefeller e a construção da identidade profissional de enfermagem no Brasil na Primeira República". *História, Ciência, Saúde Manguinhos*, 5 3, pp.: 621-45.
- Nagle, J. (1974.) *Educação e Sociedade na Primeira República*. São Paulo: E.P.U.
-
- Schwartzman, S. (1979) *Formação da Comunidade Científica no Brasil*. São Paulo/Rio de Janeiro: Ed. Nacional/Financiadora de Estudos e Projetos.
- Sicca, N. A. L. (1990) "A experimentação do ensino da Química – 2º grau". Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

Avatares en la definición de número fregeana*

María Gabriela Fulugonio[†]
Universidad de Buenos Aires

En *Die Grundlagen der Arithmetik [Gl.]* Frege formula un principio sobre el que en tanto tal no volverá a pronunciarse en obras posteriores: el problemático principio del contexto. El mismo recibe a lo largo de esta obra distintas formulaciones, más o menos convergentes. En la sección I identifiqué estas formulaciones y señalo cuál es el papel fundamental del principio del contexto en general a propósito de las principales tesis en pugna en torno a la naturaleza de los números. Luego propongo dos interpretaciones básicas del principio que deben sopesarse a propósito del papel positivo que el mismo tiene en la investigación global de *Gl.* En II critico una de estas interpretaciones y argumento a favor de la otra. Finalmente, en III concluyo que la nueva conjetura acerca de cómo verdaderamente se ha usado en *Grundlagen* el principio del contexto arroja una significación del mismo marcadamente diferente (fundamentalmente, deflacionada) de la que resulta tras una lectura literal y canónica.

* Versiones anteriores de este trabajo fueron leídas en la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires en el marco del Workshop “Calculus and Universal Language in the History of Modern Logic”, en marzo de 2004, en el *IV Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur* (AFHIC), marzo de 2004, Bs. As. y en el *Coloquio SADAF '04*, en noviembre de 2004.

En 2005 presenté las ideas principales en el *Magistranden- und Doktoranden-Kolloquium* a cargo del Prof. Ulises Moulines (Ludwig-Maximilians Universität), en el *Colloquium logico-philosophicum* (Erlangen-Nürnberg Universität) y en el *Kolloquium der Philosophie* (Universität Paderborn). Agradezco al público de tales eventos y, en particular, las observaciones de Volker Peckhaus, Javier Legris, Ulises Moulines, Christian Thiel, Abel Casanave, Dirk Greimann y Alberto Moretti. Estoy en deuda, también, con Ignacio Angelelli en virtud de las discusiones sostenidas en torno a los temas que aquí se tratan y con el evaluador anónimo asignado por AFHIC, cuyas observaciones me indicaron cómo mejorar el texto de manera sustantiva.

Finalmente, agradezco el apoyo financiero por parte de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires (UBACyT) y del Servicio de Intercambio Académico Alemán (DAAD), que posibilitó mi breve estadía en Alemania.

[†] gfulugonio@hotmail.com

I – Distintas presentaciones de un “principio fundamental”

Ya en la *Introducción* de *Die Grundlagen der Arithmetik* Frege se refiere al principio del contexto como uno de sus tres principios fundamentales:

hay que separar tajantemente lo psicológico de lo lógico, lo subjetivo de lo objetivo;
no se debe preguntar por el significado de una palabra aislada, sino en el contexto de una proposición;
hay que mantener siempre a la vista la diferencia entre concepto y objeto.
(Frege 1884, p. 113; el énfasis es mío.)

Seguidamente advierte que si uno no lo observa “pronto se verá forzado a tomar, como significado de las palabras, las imágenes mentales o actos de la mente individual” (Frege 1884, p. 113), lo que conduce a una confusión entre lo subjetivo y lo objetivo, es decir, a una violación del primer principio. Con esta advertencia Frege resume buena parte de lo que será su discusión con las escuelas matemáticas de la época y del rol que en ella se atribuye al principio del contexto.

Así, luego de exponer argumentos a favor de la analiticidad de las leyes de la aritmética –tesis característica de lo que se dio a conocer por logicismo– (cf. especialmente *Introducción* §3, I. §§ 5 y 17), Frege se dedica a argumentar en contra de las escuelas matemáticas rivales. Las posibilidades que Frege contempla respecto de la naturaleza de los números son que ellos sean:

- i. el resultado de procesos mentales (§§ 26 y 27),
- ii. propiedades de cosas (§§ 23 y 24),
- iii. propiedades de conjuntos de cosas (§28),
- iv. objetos abstractos.¹

Frege argumenta en contra de la viabilidad de las primeras tres posibilidades mencionadas, pero no logra una defensa realmente satisfactoria de la tesis de que los números son objetos.²

Es en este momento de la investigación que Frege recurre por primera vez a un uso explícito del principio del contexto, ofreciendo una formulación algo diferente a la dada en la *Introducción*. Su afán es defender que los números son objetos independientes frente al contraargumento de que, una vez rechazadas las

¹ Acerca de esta posibilidad, que es la favorecida por Frege, y de su noción de objeto abstracto cf. Angelelli 1967, especialmente pp. 65-70, 115-116 y 233-241.

² Cf. Frege (1884), §§ 55-61, apartados que Frege reúne bajo el título: “Cada número individual es un objeto independiente”.

propuestas anteriores, no tenemos de ellos ninguna representación. En el §60 leemos:

Si (...) es imposible para nosotros, los hombres, el pensar sin el representar, sin embargo, su conexión con los pensamientos puede ser completamente externa, arbitraria y convencional.

La irrepresentabilidad del contenido de una palabra no es razón alguna para negarle todo significado o para excluirla del uso. El falso brillo del contraargumento surge de que consideramos a las palabras aisladas y preguntamos por su significado, tomándolo por una representación. Así, parece que una palabra carece de contenido si falta una imagen interna que le corresponda. Pero *siempre se debe tener a la vista una proposición completa. Sólo en ella tienen las palabras propiamente un significado*. La imagen interna con la que eventualmente ideamos, no necesita corresponder a los elementos lógicos del juicio. *Basta que la proposición, como un todo, tenga sentido; de éste obtienen también su contenido las partes*. (El énfasis es mío.)

En resumidas cuentas, la tesis de que los números son objetos se defiende de manera indirecta, siguiendo la estrategia de un silogismo disyuntivo: de las cuatro posibilidades presentadas se han rechazado las tres primeras, mientras que la apelación al principio del contexto sugiere que la tarea no reside en aislar el significado de los términos numéricos, en tanto modo en que se alude a los números independientemente del contexto de la proposición en la que aparecen, sino justamente fijar el sentido cabal de este tipo de oraciones. Pero este recurso de “elevación semántica” (como veremos, tan alabado por Dummett) nos deja en realidad perplejos,³ ya que por sí mismo no nos dice nada acerca del objeto de nuestra investigación: los números.

La siguiente formulación del principio del contexto aparece en el consabido §62:

¿Cómo se nos ha de dar un número, si no podemos tener de él ninguna representación o intuición? *Sólo en el contexto de una proposición significan algo las palabras*. Por tanto, se tendrá que llegar a aclarar el sentido de una proposición en la que aparezca un término numérico. (El énfasis es mío.)

³ Según Dummett (1991, p. 117), en cambio, lo que deja estupefacto al lector es el supuesto abandono de la definición contextual en aras de la definición explícita: “He therefore abandons the proposal in favor of an explicit definition of the (...) cardinality operator. This decision comes as a shock to the reader”. El énfasis es mío.

Finalmente, dejemos sentada la última cita del principio, a la que acudiré más adelante. En el §106 se lee:

Formulamos luego la proposición fundamental de que *no se aísla el significado de una palabra, sino que se define en el contexto de una proposición*, con cuya observancia, según creo, se puede evitar la concepción fisicalista, sin caer en la psicologista. (El énfasis es mío.)

I.1. De las distintas presentaciones surgen dos interpretaciones básicas

Basta una rápida inspección de estas distintas formulaciones, para concluir que ellas están lejos de ser claras y convergentes. Alcanzará para los fines de mi argumentación señalar que de su conjunto surgen, por lo pronto y a propósito del significado de los términos numéricos, las siguientes dos interpretaciones básicas:

1. el significado de un término numérico puede establecerse una vez fijado el significado de la proposición en que éste aparece;
2. plantearse la cuestión del significado del término numérico y, a través de ello, dar con la naturaleza específica de los números es un despropósito.

La segunda interpretación, sobre la que nos detendremos más adelante, es la defendida por Dummett. El problema principal de la primera interpretación reside en que es, en el mejor de los casos, programática: según ella, el principio del contexto establece ciertas condiciones que debe cumplir una definición de número pero es poco lo que permite discernir acerca de la naturaleza de los mismos, mientras que deja pendiente el problema clave de saber *cómo* del sentido de una proposición obtienen su contenido las partes. Pero, como contrapartida, esta interpretación permite explicar de manera coherente el desarrollo ulterior de la investigación, que nos conduce de una definición contextual de número a una explícita. Por el momento, sólo me interesa resaltar que, justamente por su misma formulación, el principio del contexto permite descartar propuestas diversas acerca de la naturaleza de los números, pero difícilmente ayude a dar con su naturaleza específica.

Así, descartadas las propuestas rivales, la tesis según la cual los números son objetos (independientes y abstractos) es, según Frege, la única viable y es la que se adopta, aunque por el momento no se haya podido dar con un concepto apropiado.

Ahora bien, si el principio del contexto realmente fuera un principio sustantivo y no metódico el tratado terminaría prontamente: tras haber sentado que los números no son ni el resultado de procesos mentales, ni propiedades de cosas o

conjuntos de cosas sino objetos abstractos, y que no se trata de dar con una representación de las palabras con las que aludimos a ellos sino que la tarea es dar con el significado de las proposiciones en que ellos aparecen, este objetivo estaría cumplido al ofrecerse una apropiada definición contextual. Sin embargo, esto no satisface a Frege todavía, por lo que el tratado continúa afín de dar con la naturaleza específica de estos objetos peculiares que son los de la aritmética.

II – Dificultades de la definición contextual

En el §63 Frege formula, citando el *Tratado de la naturaleza humana* a pie de página, lo que hoy se conoce como “el principio de Hume”, que establece la igualdad numérica entre dos conjuntos en términos de coordinación biunívoca entre sus elementos.⁴ Tal principio habilita la siguiente definición contextual de número cardinal; en símbolos:

$$NF = NG \leftrightarrow F \approx G,$$

o sea, dos conceptos F y G son equinumericos si y sólo si el número que les corresponde es el mismo. Esta definición resulta sin duda útil para, dado un número, reconocerlo como el mismo (es decir, reconocer un mismo objeto frente a una forma de presentación que puede ser distinta de la original), pero no para aprehender un número determinado sin más. Es decir, no describe las condiciones bajo las cuales un objeto arbitrario (el ejemplo fregeano es Julio César) puede ser identificado o no con un número cualquiera.

No hay dudas, por tanto, de que la definición dada de número es en este aspecto insatisfactoria. Ahora bien, lo que es insatisfactorio puede ser descartado sin más o puede ocurrir que, aunque insuficiente, aún resulte útil.⁵ La primera posibilidad se ha convertido en la interpretación canónica de *Gl.* a partir de Dummett (1991). En lo que sigue, critico esta interpretación y analizo la otra alternativa sugerida.

⁴ También se lo nombra como “principio de Cantor-Hume”, más preciso desde el punto de visto histórico y técnico, ya que fue el matemático alemán el que demostrara la validez de este principio para conjuntos infinitos.

⁵ Debo a Ignacio Angelelli la conjetura de que tal es el caso en el análisis fregeano del concepto de número.

II.1. La interpretación de Dummett

Para comenzar, fijaré el momento en *Gl.* en que, a mi entender, se origina la controversia. En los párrafos que van del §63 al §67 Frege explora la posibilidad de una definición contextual de número basándose en una analogía geométrica y define, de esta manera, la igualdad de dirección en base a la noción de paralelismo –que considera intuitiva y, por lo tanto, primaria. Pero dado que una definición tal no cuenta con las condiciones bajo las cuales un objeto arbitrario pueda ser identificado con cierta dirección, Frege dice:

§68: Si no podemos obtener un concepto estrictamente delimitado para la dirección, y por las mismas razones tampoco lo podemos obtener para el número, intentaremos otro camino.

Según Dummett, a partir de este momento Frege abandona lo andado a favor de una definición explícita del operador de dirección y, por analogía, del operador de cardinalidad –tácitamente, el operador fundamental para la formación de términos numéricos.⁶ Dummett sostiene:

The passage [§62 to §69] as a whole is concerned to explore the possibility of introducing the cardinality operator by outright stipulation of the equivalence $\approx_x (F_x, G_x) \leftrightarrow \text{card}_x [F_x] = \text{card}_x [G_x]$ (...); but at the last moment, Frege decides that there is one objection against which no defense can be provided. He therefore *abandons the proposal* in favor of an explicit definition of the (...) cardinality operator. This decision comes as a shock to the reader, because, in §62, the passage has opened with the terse enunciation of two principles which seem to make the proposal, rejected in §§66-9, mandatory. The first was the context principle (...). The second principle enunciated in §62 was that of criteria of identity. (Dummett 1991, pp. 117-8; el énfasis es mío.)

Consecuentemente con su interpretación respecto de la nueva vía propuesta por Frege, Dummett se pregunta:

What, then, is the purport of the context principle, and what that of the doctrine of criteria of identity when something that appeared to be the consequence, and the intended consequence, of both is repudiated? (Dummett 1991, pp. 119; el énfasis es mío.)

⁶ Cf. Zalta (2000), pp. 16-18 y Dummett (1991), pp. 115-118.

El problema interpretativo que preocupa a Dummett es claro: ¿cuál es el rol del principio del contexto, considerado una y otra vez como fundamental, si la definición buscada centralmente y ofrecida en base a dicho principio es descartada?

La encrucijada de Dummett es cómo lograr una explicación coherente del hecho de que el principio considerado fundamental en *Gl.* (y, según Dummett, con la debida reformulación también en su obra de madurez *Die Grundgesetze der Arithmetik* [*Gg.*]) conduce a una definición que el propio Frege descarta. Dummett debería decir que Frege se equivoca al pretender lo que pretende de una definición de número y que debió haberse contentado con la definición contextual; pero no lo dice así, con lo cual, en mi opinión, no logra salir airoso de la encrucijada que él mismo claramente plantea. La llamada escuela neologicista, en cambio, adopta la siguiente postura: reemplazar la problemática ley V de *Gg.* por la definición contextual de *Gl.*, en un intento de rescatar el proyecto logicista. Si esto, consistente en sí mismo, es o no afin al espíritu logicista fregeano es tema de ríspido debate actualmente.

Dummett, por su parte, habida cuenta del destino que habrá de tener el correlato de *Gg.* de la definición explícita de *Gl.*, menosprecia la estructura argumentativa global de *Grundlagen*, apegándose demasiado a la letra del texto. Una lectura con mayor trabajo interpretativo (que doy más adelante) permite dar cuenta del verdadero esfuerzo de investigación que movía a Frege.

Resumiendo, el proceder de Dummett es el siguiente:

- i) acorde con las declaraciones explícitas de Frege, considera que el principio del contexto guía toda la investigación de *Gl.*
- ii) interpreta que la búsqueda de una definición explícita de número por parte de Frege sigue a un abandono de la definición contextual.

En contra de i) sostengo que si el principio del contexto fuera realmente un principio rector de toda la obra, no habría motivo alguno para ofrecer una definición explícita de número, la cual resulta totalmente arbitraria si aceptamos que surge tras un abandono de la definición contextual. Por otra parte, ii) es inconsistente con i). Si la definición contextual se *abandona*, entonces el principio del contexto no es un principio que guíe toda la obra.

A favor de Dummett está el hecho obvio de que dicho principio fue establecido en la *Introducción* de *Grundlagen* como uno de los principios fundamentales de la investigación en ciernes y, amén de los usos que se hizo de él, es vuelto a citar en la recapitulación al final de la obra. En ello basa Dummett su argumentación.

Pero, a mi entender, el principio no da respuesta alguna a la pregunta que da origen a toda la investigación. La pregunta crítica que deja abierta es *cómo* obtienen su contenido las partes de una proposición a partir del sentido del todo. Para dar respuesta a ello se requiere de una compleja teoría del significado⁷ que excede a todas luces los alcances del principio del contexto. Sin lugar a dudas, el principio mismo no facilita la definición buscada. Pero es en este punto donde, según mi opinión, Dummett acepta acriticamente algo que en realidad es una limitación. El principio del contexto guía cierta parte de la investigación, pero no es cierto que guíe la obra en su totalidad. Y no importa cuántas veces esté mencionado a lo largo del texto ni tampoco qué tan enfáticamente. Lo que importa es ver cómo opera.

Para convencernos de que si bien se ha descartado la definición contextual el principio del contexto no ha perdido peso Dummett señala, por ejemplo, que el principio es nuevamente mencionado en la recapitulación final que Frege hace de toda la investigación que comprende los §§106-109. En el §106 se lee:

Formulamos luego la proposición fundamental de que no se aísla el significado de una palabra, sino que se define en el contexto de una proposición, con cuya observancia, según creo, se puede evitar la concepción fisicalista, sin caer en la psicologista.

Precisamente, el principio está aquí puramente ligado a su rol negativo. Debí haberse observado con el mismo celo que también la definición contextual aparece en esta recapitulación, en la que Frege vuelve a señalar su falencia y agrega que fue lo que “nos dio pie para la definición [explícita]” (Frege 1884, §107). Pero Dummett parece haber sido hipnotizado por la apelación fregeana al principio del contexto, a juzgar por su elocuente comentario:

§62 is arguably *the most pregnant philosophical paragraph ever written*. (...) it is the very first example of what has become known as the ‘linguistic turn’ in philosophy. Frege’s *Grundlagen* may justly be called the first work of analytical philosophy. After §61, Frege assumes that he has shown that numbers are objects, and must be treated as such. Since they are objects, he begins his new enquiry by posing the Kantian question, ‘How are numbers given to us?’ (...) Frege has, however, already rejected the notion that number is any kind of perceptible feature of things, or that numbers are objects of which we can have intuitions. (...) His solution was to invoke the context principle: only

⁷ Para un estudio de la imbricación de este principio con el de composicionalidad, principio clave en la teoría del significado fregeana, cf. Schirn (1992), especialmente pp. 39-40.

in the context of a sentence does a word have a meaning (Dummett 1991, p. 111, el énfasis es mío).

Bajo la interpretación de Dummett, entonces, el principio del contexto es la solución a la cuestión de la naturaleza de los números. Pero resulta que, al fin de cuentas, tras su aplicación nada sabemos acerca de los objetos de nuestra investigación. *Ergo*, a dicho principio debe restársele importancia en tanto que principio “fundamental” de la investigación y, más aún, como principio que soluciona el problema de la misma. No debemos pasar por alto el hecho de que el objetivo de Frege es dar con un concepto de número, por lo que será insuficiente, *pace* el principio del contexto, tener el significado de una oración en la que haya términos numéricos si no se tiene así mismo un algoritmo que permita dar con la naturaleza de los números a partir de lo anterior.

Dummett (1991, p. 192) sostiene que el principio del contexto tal como aparece en *Gl.* afirma que las cuestiones acerca del significado de un término son internas al lenguaje mismo. Creo que esta conclusión es un poco forzada o, al menos, expresarse así resulta extremadamente “dummettiano”, o sea, tendencioso. Que el principio del contexto, bajo una interpretación estándar, sea un principio semántico, no significa que el significado de un término numérico sea una cuestión interna al lenguaje mismo. Todo lo que el principio aserta es que para determinar el significado de un término debe fijarse primero el significado de la proposición en que éste aparece. Pero dada la oscuridad o ambigüedad de las distintas formulaciones del principio, no queda claro si el significado del término *puede* de hecho establecerse una vez fijado el significado de la proposición o si plantearse este objetivo es un despropósito (tal la interpretación que parece favorecer Dummett).

Asimismo Dummett señala que el principio del contexto no permite una teoría semántica que dé cuenta del mecanismo por el cual una oración es verdadera o falsa en virtud de una instancia extra-lingüística. Esto es cierto si nos quedamos con las definiciones contextuales que el principio posibilita, pero se contradice con las numerosas declaraciones fregeanas a favor de un realismo robusto. Dummett soluciona esta contrariedad sosteniendo que, a pesar del propio Frege, sólo es compatible con el principio del contexto tal como aparece formulado en *Gl.* una noción débil de referencia; pero no aclara qué debe entenderse por ello, insistiendo además en la aplicación forzada y anacrónica de una noción técnica como la de referencia en tanto que dimensión propia del significado.

II.1. Una interpretación alternativa

Es relativamente sencillo situar el rol negativo del principio del contexto en tanto que obstáculo para la concepción fiscalista o psicologista de número. Tal como hemos dicho, Frege sostiene que los números son objetos abstractos, pero como en rigor no sabe concretamente qué son, mi interpretación es que Frege sencillamente apela al principio del contexto afin de eludir momentáneamente el imperativo de dar una definición clara acerca de qué tipo de objetos abstractos son los números y así poder continuar con la investigación. Frege enfatiza que cada número es una entidad subsistente e independiente, *i. e.*, un sujeto último de predicación (como el aristotélico Callias),⁸ pero no puede decir mucho más. Así, buscando sortear arriesgadas especulaciones metafísicas, y posiblemente teniendo como principales contendientes aquéllos que creen que los objetos sólo pueden ser o bien objetos físicos o bien los correlatos de representaciones subjetivas, responde a ellos derivando la discusión a un plano semántico que le permitirá, de paso, obtener algo más acerca de la naturaleza de los números: la condición que deben cumplir dos presentaciones a priori diferentes de ellos para que lo sean en rigor de un mismo y único objeto.

Así, vemos que la afirmación de Dummett de que este principio simplemente nos libera de la necesidad de atribuir significado alguno a los términos numéricos es por demás simplificadora. A partir del modo en que se enuncia el principio en la *Introducción* y en el §62 se sigue que sólo en el contexto de una proposición tienen significado las palabras, pero en el §60 se afirma que del sentido de la proposición se sigue el contenido de sus partes. Creo que, *pace* Dummett y el propio Frege, debe preferirse la formulación ofrecida en el §60: “basta que la proposición, como un todo, tenga sentido; *de éste obtienen también su contenido las partes*” (énfasis mío), ya que el objetivo central de la investigación fregeana, insisto, es de hecho dar con un concepto apropiado de número.⁹ Si el recurso novedoso de Frege es apelar a lo lingüístico para dar cuenta

⁸ Cf. Angelelli 1967, pp. 239-241.

⁹ Habida cuenta de que las secciones I, II y III de *Gl.* se dedican, básicamente, a una crítica de las posiciones metafísicas más difundidas acerca de la naturaleza de los números, la posición fregeana se despliega en IV, sección intitulada “El concepto de número”. Cuando, siguiendo esta terminología, se diga que Frege busca “dar con el concepto de número” (o expresiones semejantes), de ningún modo debe leerse allí que Frege busca aislar entre los conceptos, según la distinción técnica que más tarde aparecerá entre concepto y objeto, el concepto de número. Los números son para Frege sin lugar a duda objetos y de lo que se trata es de poder identificar su naturaleza. Así, “concepto” debe leerse en este contexto como sinónimo de *noción* o *idea*, palabras que caen bajo el significado del término alemán “Begriff”.

de un problema ontológico y gnosológico (tal como señala Dummett), los números -que es lo que en última instancia nos interesa- son denotados mediante términos numéricos, por lo que será de dichos términos que querremos determinar su significado. Es por ello que una vez vistas las limitaciones de la definición contextual la investigación continúa.

La interpretación que propongo acerca del uso que se da al principio del contexto puede resumirse de la manera siguiente.

Hasta el §67 Frege no encuentra ninguna definición precisa que lo satisfaga, pero su investigación le ha arrojado los siguientes resultados positivos:

1. los números están esencialmente ligados a conceptos, de manera tal que, sin perder generalidad, nos podemos referir a ellos a través de términos singulares de la forma “el número del concepto F ”;

2. podemos decir cuándo dos números son iguales.

En tercer lugar, debemos considerar que Frege maneja una cierta noción de número –no olvidemos que era matemático– que, aunque oscura, sin duda es la motivación de su investigación. Todos estos elementos son los que entran en juego al momento de proponer una definición que ya no sea contextual.

En consecuencia, carece de fundamento suficiente afirmar que Frege descarta, tras las limitaciones que presenta la definición contextual, lo que ha obtenido en aras de otra definición, esta vez satisfactoria. Tiene más sentido pensar que estamos frente a una suerte de método (cuya formulación precisa encontraremos en Carnap 1956) que consta de dos etapas,¹⁰ a saber:

$$NF = NG \leftrightarrow F \approx G, \text{ y}$$

$$NF = \text{la extensión del concepto “ser equinúmero respecto de } F\text{”},^{11}$$

Así, la primera cláusula brinda la intuición básica con la que construir la segunda, a la vez que funciona como condición necesaria (aunque, desde ya, no suficiente) para su corrección. De este modo, si se pretende que lo denotado por la expresión “el número de F s” sea igual al número de G s, entonces tal objeto deberá cumplir con las condiciones allí estipuladas.

Intentemos entonces localizar la utilidad, si alguna, del principio del contexto. ¿Qué se requiere para reconocer una definición explícita como verdadera? De haber supuesto que la asignación de una referencia a un término consiste en una asociación mental del término con un referente, aprehendido independientemente del lenguaje, nunca habría sido aceptada la definición de

¹⁰ Cf. Angelelli (2004b), p. 11.

¹¹ Tal es la llamada “definición explícita” de número cardinal que Frege propone en el §68.

Frege de los números cardinales como extensiones de conceptos, ya que no aprehendemos extensiones de conceptos, y mucho menos extensiones de conceptos de segundo orden. Para Dummett, el principio del contexto nos libera de tener que asociar un referente a los términos numéricos: una vez aceptado el principio del contexto, sabemos que lo que se necesita es una definición que fije las condiciones de verdad de aquellas oraciones en que los términos numéricos ocurren. Según mi opinión, en cambio, el principio del contexto nos libera de tener que atribuirles un referente *actual* o subjetivo, pero no un referente sin más. *Ergo*, contrariamente a lo que defiende Dummett y no obstante la formulación *prima facie* semántica del principio del contexto, creo que su uso tiene, al menos en *Gl.*, un valor básicamente erístico, mientras que su rol positivo se limita a posibilitar la primera parte del recorrido que nos conducirá, posteriormente, a la definición buscada de número.

IV – Conclusión

He procurado mostrar que el modo enfático en que Frege presenta el principio del contexto puede conducir de manera casi natural a una errónea interpretación de la argumentación general de *Grundlagen*, y que la confusión se agrava si se cree que la definición contextual dada de número cardinal se descarta en pos de la definición explícita. Por ello, sostengo que la función del principio en la argumentación es básicamente erística, en cuanto que su observancia permite descartar las tesis rivales a la del autor. En relación a su función positiva en la argumentación, sirve de apoyo para la definición que finalmente se adopta de número cardinal pero no resuelve por sí solo el problema de la naturaleza de los números. Su formulación semántica es en este aspecto engañosa: acerca del problema que nos acucia, el de la naturaleza de los números, no nos dice nada en lo inmediato.

Finalmente, tal vez valga la pena aclarar que no debe confundirse el principio del contexto, cuyo significado e injerencia, como hemos visto, distan de ser claros con un principio de gravitación fundamental en toda la obra fregeana: el principio de la primacía del juicio (sobre los conceptos). En “Boole’s Logical Calculus and the Concept-script”, artículo escrito a propósito de una reseña crítica de Schröder a *Begriffsschrift*, Frege lo asentaba del siguiente modo:

And so instead of putting a judgement together out of an individual as subject and an already previously formed concept as predicate, we do the opposite and arrive at a concept by splitting up the content of possible judgement. Of course, if the expression of the content of possible judgement is to be analyzable in this way, it must already be itself articulated (...). I could compare this with the behavior of the atom: we suppose an atom

never to be found on its own, but always combined with others, moving out of one combination only in order to enter immediately into another. (Frege 1880/81, p. 17)

Bajo este principio Frege articula su concepción misma de lógica y, junto con su particular extensión de la noción de función en matemática al ámbito del análisis de las oraciones del lenguaje natural, el mismo da lugar al cálculo de predicados, expuesto por primera vez en la historia de la lógica en *Begriffsschrift* 1879. Tal como se sigue de la cita, en ningún momento se afirma que las partes suboracionales que articulan una oración, no tengan significado *per se*, como sí lo exige la lectura del principio del contexto que he criticado.

En suma, creo que es más consistente con *Gl.* en su conjunto considerar al principio del contexto como un principio metodológico al que Frege apela cuando se enfrenta con el problema de dar con una definición precisa de una noción que en tanto matemático sin duda posee aunque de manera tácita. Lejos de resolver el problema, esta apelación señala a Frege cierta dirección. De allí que la investigación continúe. Por todo esto sostengo que este principio tiene en *Grundlagen* una relevancia mucho menor a la que Dummett, y el propio Frege, le adjudican.

Bibliografía

- Angelelli, I. (2004a), "Adventures of Abstraction", *Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, Vol. 82, pp. 11-35.
- Angelelli, I. (2004b), "The troubled history of abstraction", en prensa. Versión facilitada por Angelelli.
- Angelelli, I. (1967), *Studies on Gottlob Frege and Traditional Philosophy*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Carnap, R. (1956), *Meaning and Necessity*, Chicago: University of Chicago Press. (1a ed. 1947).
- Dummett, M. (1991), *Frege. Philosophy of Mathematics*, Cambridge: Massachusetts: Harvard U. P.
- Frege, G. (1879), *Begriffsschrift, eine der arithmetischen Nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*, in *Begriffsschrift und andere Aufsätze*, (ed.) I. Angelelli, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1988. (Versión castellana de H. Padilla, *Conceptografía*, México: UNAM, 1972.)

- Frege, G. (1884), *Die Grundlagen der Arithmetik*, (ed.) C. Thiel, Hamburg: Felix Meiner Verlag, 1988. (Versión castellana de H. Padilla, México: UNAM, 1972.)
- Frege, G. (1969), [1880/81] „Booles rechnende Logik und die Begriffsschrift“, *Nachgelassene Schriften*, (eds.) G. Gabriel et al. Hamburg, Felix Meiner. (Versión inglesa de P. Long & R. White, “Boole’s logical Calculus and the Concept-script”, en *Posthumus Writings*, Oxford: Blackwell, 1979.)
- Schirn, M. (1994), “Los números como objetos y el análisis de los enunciados numéricos”, en *Análisis filosófico*, Vol. XIV-1, pp. 22-40, Buenos Aires: SDAF.
- Schirn, M. (1992), “El método de descomposición de pensamientos en Frege”, en *Análisis filosófico*, Vol. XII-1, pp. 31-41, Buenos Aires: SDAF.
- Zalta, E. N. (2000), “Frege’s Logic, Theorem, and Foundations of Arithmetik”, en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

¿Es posible una historia constructivista de la dimensión material de la ciencia? A propósito de la historiografía poshumanista de Andrew Pickering

Marisa C. García

CONICET – Fundación Bariloche - Universidad Nacional del Comahue

I. Introducción: los estudios sociales de la ciencia

Hacia mediados de los años '70 comenzó a desarrollarse un nuevo campo de conocimientos que agrupó a diferentes perspectivas de abordaje de la ciencia identificadas como sociología del conocimiento científico -en oposición a la sociología de la ciencia clásica- o de modo más general como estudios sociales de la ciencia. Dicho campo se estructuró a partir de la conformación de dos programas vertebrales: el Programa Fuerte de la Escuela de Edimburgo y los estudios de laboratorio. Estos enfoques dieron lugar con el correr de los años a una multiplicidad de corrientes que, más allá de su gran heterogeneidad, tienen en común la relativización del carácter universal y racional de la ciencia a partir de la aceptación de procesos de construcción social como constitutivos de la misma.

En la década del '80 algunos autores que forman parte de este campo redefinieron sus propuestas iniciales criticando ciertos supuestos compartidos y postulando la necesidad de revisar categorías centrales de los estudios sociales de la ciencia, tales como “cultura”, “sociedad”, “comunidad”, “interés” y “práctica”. Estos cuestionamientos estimularon en los últimos años una renovación del campo de los estudios sociales de la ciencia, denominada *giro poshumanista* (Barrow, 2003) o *giro ontológico* (Law, 2004), en el marco de la cual se impugna el carácter exclusivamente social de los procesos de construcción y se incorpora la dimensión material como parte de los mismos. Constituyen ejemplos de enfoques poshumanistas, la teoría del actor-red desarrollada por Bruno Latour, Michael Callon y John Law, la propuesta de ontologías híbridas de Donna Haraway y la historiografía poshumanista de Andrew Pickering.

El objetivo del presente trabajo es revisar el enfoque propuesto por este último autor, en su libro *The mangle of Practice*¹ de 1995 y en estudios

¹ Una formulación preliminar de este desarrollo teórico se encuentra en Pickering (1993).

posteriores (Pickering, 2001, 2002, 2003) y sus implicancias para el desarrollo de un enfoque poshumanista dentro de los estudios sociales de la ciencia.

II. Hacia una nueva visión de la ciencia: ciencia como cultura, práctica y performatividad

El punto de partida del desarrollo de Pickering es su concepción de la ciencia como cultura, es decir no sólo como producción de conocimiento, sino como transformación de dimensiones materiales y sociales. La cultura científica constituye para este autor un “hacer cosas” que integra habilidades, relaciones sociales, máquinas, instrumentos, hechos científicos y teorías (Pickering, 1995, p. 3).

Indisolublemente ligada a esta concepción de la ciencia como cultura, aparece la noción de práctica científica definida por Pickering como el *trabajo de extensión cultural*², organizado en torno a la conformación y ruptura de asociaciones entre múltiples elementos culturales (Pickering, 1995, p.29). En su definición de práctica científica, Pickering reconoce tres dimensiones: a) una dimensión social que remite a los intereses, la estructura social y las habilidades humanas como parte integral de la ciencia, b) una dimensión material conformada por las máquinas, instrumentos y laboratorios y c) una dimensión conceptual de la cual forman parte las teorías y supuestos con los que trabajan los científicos. La articulación de estas dimensiones se establece en un proceso dialéctico de resistencia y acomodación que da lugar a un alineamiento relativamente estable denominado “ajuste robusto”³.

Pickering presenta como otro elemento central de su propuesta el uso de un lenguaje performativo que permita dar cuenta de la práctica científica como un campo de capacidades históricamente situadas. Este lenguaje se contrapone al lenguaje representacional –característico no sólo de la filosofía de la ciencia clásica, sino también de los estudios sociales de la ciencia en su gran mayoría- en

² Pickering distingue esta noción de práctica científica respecto de las prácticas científicas en plural, entendidas como el conjunto de actividades cotidianas que llevan adelante los científicos en el transcurso de una investigación. Las prácticas en plural constituyen entonces componentes de la cultura y en tanto tales forman parte de los recursos de la práctica científica y son transformables y transformadas en dicho proceso.

³ He optado por el término “ajuste robusto” como equivalente a la expresión inglesa “mangle of practice” empleada por Pickering. Si bien una traducción literal sería “el rodillo de la práctica”, considero que la expresión “robust fit” propuesta por Hacking (2001), traducida al español como “ajuste robusto” da cuenta del proceso descrito por Pickering como una dialéctica entre teorías, instrumentos y sujetos implícita en la producción de conocimiento científico.

el marco del cual *los objetos aparecen como sombras de sí mismos* (Pickering, 1995, p.18). Adoptar un lenguaje performativo permite dar cuenta de la ciencia cómo fenómeno que trasciende la producción de conocimiento, sin que esto implique el abandono de los aspectos representativos de la ciencia.

III. Posthumanismo: agencia humana y material

Ciencia como cultura, práctica en tanto transformación del mundo en el tiempo y lenguaje performativo constituyen los fundamentos de una propuesta teórica que se propone incorporar la dimensión material como un factor activo en la producción de conocimiento. Pickering postula la existencia de un mutuo condicionamiento de la agencia material y la agencia social -entendiendo agencia como la capacidad de actuar en la transformación del mundo- en virtud del cual los sujetos construyen el mundo en el mismo proceso en el que son construidos por él (Pickering, 1995, p.23).

En este marco, entiende por agencia material aquella que existe fuera del humano y no puede ser reducida en ningún sentido a capacidades humanas:

(...) debemos reconocer que la agencia material es irreductible a la agencia humana si se trata de entender la práctica científica. Sin embargo, es necesario destacar que la trayectoria de emergencia de la agencia material está ligada con la de la agencia humana (...) la agencia material emerge mediante una dinámica inherentemente *impura* que une los dominios humanos y materiales (Pickering, 1995, pp. 53-54).

La agencia material y la agencia humana, sus diferencias, su interacción y transformación recíproca emergen en la práctica científica. Es allí donde los agentes humanos, situados en un campo de agencia material específico pretenden capturar dicha agencia mediante maquinarias e instrumentos, y en ese proceso se configuran, transforman y ajustan, dando lugar a la reconfiguración de la cultura científica pre-existente.

A partir de esta doble atribución de capacidad de acción, Pickering se propone superar tanto la visión humanista de los estudios sociales de la ciencia, como aquella centrada en el mundo natural, propia, según el autor, de los científicos y de la filosofía de la ciencia clásica. Sin embargo, su posthumanismo, presentado como superador de ambos enfoques, es antes que nada una crítica y reformulación del abordaje centrado en el sujeto característico de los estudios sociales de la ciencia. Pickering sostiene que el foco de estos últimos en la agencia humana imposibilita la asignación del papel que les corresponde a ambas

dimensiones en la práctica científica. En este sentido, pugna por un nuevo balance que otorgue a la agencia humana y material roles, aunque no idénticos, similares y comparables y permita dar cuenta de que:

(...) el mundo está (...) continuamente haciendo cosas, cosas que se aparecen ante nosotros no como argumentos observacionales, sino como fuerzas de seres materiales” (Pickering, 1995, p. 21)

Si bien Pickering reconoce las similitudes de su propuesta con la de la teoría del actor-red en la medida en que ambas atribuyen agencia a humanos y no-humanos, encuentra en dicho planteo problemas atribuibles al carácter semiológico del mismo. En primer lugar, sostiene que la teoría del actor-red se queda en el nivel representacional, motivo por el cual humanos y no-humanos son tan sólo formas de representar al mundo y no parte constitutiva de la práctica científica. Estrechamente ligada a esta primera crítica, Pickering señala en segundo lugar, que esta teoría supone un intercambiabilidad entre humanos y no-humanos que resulta inadmisibles, puesto que si bien las cosas y los hombres pueden ser semióticamente intercambiables, no lo son en la práctica en virtud de sus estructuras temporales diferenciadas.

Es aquí, donde se aparta de la simetría entre agencia material y social implícita en la teoría del actor-red a partir de una distinción entre agencia e intencionalidad. Para Pickering la intencionalidad de la acción, entendida como el establecimiento de metas de la práctica científica, es atributo exclusivo de los agentes humanos. De este modo, el fundamento de la no equivalencia entre agencia material y social es la diferencia existente en la estructura temporal de ambas, derivada de la capacidad los agentes humanos de proyectar su acción en el tiempo a través del establecimiento de metas y el desarrollo de planes en el marco de una cultura pre-existente. Al tiempo que postula esta distinción entre agencia humana y agencia material, reconoce fuertes vínculos entre ambas. En este sentido, Pickering señala en primer lugar que, si bien las metas se orientan en relación con una cultura pre-existente, dicha orientación es tan sólo parcial, puesto que el ajuste es un proceso abierto sin final pre-establecido. Niega así la existencia de alguna clase de algoritmo que determine los vectores de la transformación cultural, con lo cual se quiebra en cierta medida la proyección hacia el futuro de la agencia humana. En segundo lugar, sostiene que en la medida en que la cultura existente es la superficie de emergencia de la estructura intencional de la agencia humana y de ella forma parte un cierto desarrollo de maquinarias y concepciones del mundo, la intención humana está constitutivamente ligada con la agencia material, aún cuando una no puede ser sustituida por la otra. En tercer lugar, señala

que el proceso de “ajuste robusto” transforma también las metas de la actividad científica, de modo tal que los científicos no fijan de una vez y para siempre sus metas. La intención es transformada en su relación con la agencia material. De este modo, Pickering resulta un tanto ambiguo en su aceptación de la existencia de una doble agencia de carácter diferenciado, llegando incluso a sostener que:

(...) es posible partir de la idea de que tal vez se pueda obtener una perfecta simetría entre agencia humana y no humana, incluso con la presencia de la intencionalidad humana (Pickering, 1995, p. 18).

IV. El “ajuste robusto” y la contingente transformación del mundo

El proceso de transformación cultural, definido como un “ajuste robusto” entre agencia material y social, es también conceptualizado por Pickering como “danza de la agencia” (dance of agency). La misma, vista asimétricamente desde la perspectiva humana, toma la forma de una dialéctica de resistencia y acomodación, que da cuenta de una estrategia humana activa de respuesta a la resistencia⁴. Ésta incluye revisiones de las metas e intenciones, así como la forma material de la máquina en cuestión, las estrategias del científico y las relaciones en las que estas se inscriben.

(...) la resistencia y la acomodación están en el corazón de la lucha entre los dominios humano y material, en la cual la agencia material, el conocimiento científico, y la agencia social tanto en su estructura intencional como en su forma general, son reconfigurados al mismo tiempo (Pickering, 1995, p. 67).

⁴ En este marco, Pickering distingue los conceptos de resistencia y coacción (constraint), argumentando su elección a favor del primero. A su juicio la noción de coacción forma parte de un enfoque humanista y no historicista, en tanto remite a un conjunto de normas sociales o epistemológicas, derivadas de una estructura social específica, y que en virtud de esa externalidad no emerge en la práctica sino que parece tener una presencia ahistórica. La idea de resistencia supone en cambio, no sólo la presencia del mundo material, sino también su transformación constante en el marco de la práctica. De esta forma, a pesar de las aparentes similitudes entre ambos conceptos, el sentido temporal de los mismos es para Pickering claramente opuesto. Mientras que la coacción es sincrónica, preexistente en la práctica e inalterable, la resistencia es diacrónica y está constitutivamente articulada con el tiempo (Pickering, 1995, pp. 65-66).

La concepción de la ciencia como una cultura cuyos elementos están en constante transformación, se vincula en el planteo de Pickering con una concepción contingentista del desarrollo científico. A partir del uso de conceptos como emergencia, azar y suerte destaca que antes que se alcance un “ajuste robusto” no está determinado cuáles serán sus características, ni por la estructura del mundo, ni por la tecnología existente, ni por la organización de los científicos, ni por las tradiciones teóricas e instrumentales, ni por los intereses o algún otro tipo de factor⁵. La estabilidad de un ajuste, es decir, la interrupción de la dialéctica entre instrumentos, teorías y científicos, no responde a un proceso de decisión colectiva consciente de una comunidad científica, sino que es resultante de un proceso azaroso que no implica una aproximación a una descripción correcta del mundo. De este modo, para Pickering, resultan posibles numerosos “ajustes robustos” a pesar del aparente carácter unívoco del desarrollo de la ciencia (Hacking, 2001). Así, esta perspectiva implica el rechazo tanto de los primeros estudios constructivistas, para los cuales el cambio científico emerge de procesos puramente sociales, y las visiones clásicas de la ciencia, para las cuales éste implica un avance en el conocimiento de una realidad natural preexistente.

Pickering postula la existencia de una variedad de resistencias y acomodaciones posibles tanto a nivel teórico como instrumental y subjetivo, a partir de cuya estabilización en términos de práctica científica es posible desarrollar explicaciones históricas particulares aunque no leyes generales. En tal sentido señala que:

(...) en mi análisis la contingencia pura está constitutivamente inserta en un patrón que podemos aprehender y entender, y el cual, (...) explica lo que está pasando. (Pickering, 1995, p. 24)

Así, la trayectoria de una disciplina o de una comunidad científica puede concebirse como secuencias diferentes y progresivas de “ajustes robustos” entre teorías, datos, descripciones esquemáticas de instrumentos e instrumentos.

V. A modo de cierre

Tal vez todo intento de refundar o por lo menos modificar sustancialmente un campo de conocimientos implique una renovación total del lenguaje, tal como

⁵ En relación con la diferencia de esta no predeterminación por el mundo respecto de la infradeterminación de la teoría por los datos propuesta por Quine, ver Hacking (2001, pp. 125-127)

ocurre no sólo con la obra de Pickering, sino también con la teoría del actor-red. La incorporación de nociones extrañas al campo de los estudios sociales de la ciencia ha sido un eje de las críticas que desde el mismo o desde otras tradiciones se han realizado al poshumanismo. Sin embargo, considero que más allá de la extrañeza de palabras como “danza de la agencia”, “ajuste robusto” o “agencia material”, es posible encontrar en la propuesta de Pickering elementos novedosos reales. A partir de este supuesto, quisiera retomar algunos aspectos de su desarrollo con el propósito de repensar su papel en el nuevo escenario de los estudios sociales de la ciencia.

En primer lugar, quisiera destacar algunos elementos de su modelo de cambio científico. Pickering señala insistentemente que su enfoque, a diferencia de lo que ocurre con la mayor parte de los estudios sociales de la ciencia, es un abordaje centrado en el cambio antes que en la estabilidad. Sin embargo, si bien en sus estudios de casos⁶ da cuenta de un proceso de ajuste entre maquinarias, hipótesis y científicos, no logra establecer la existencia de los factores que motivan la necesidad de establecer estos nuevos ajustes, es decir, no explica el por qué del cambio. Tal como señala Franklin (2003), sería interesante poder decir algo acerca de cómo se lograron esas estabilizaciones implícitas en el “ajuste robusto” y cuáles fueron los motivos que condujeron a las mismas. Asimismo, y como contrapartida, en el marco del planteo teórico de Pickering resulta también difícil dar cuenta de la estabilidad en y de la ciencia, puesto que la ausencia de posibles motivos que expliquen la transformación de la cultura científica, se reproduce en la aceptación de la misma. En este mismo sentido, este autor tampoco brinda elementos que permitan explicar por qué entre dos posibles “ajustes robustos” un científico o una comunidad científica optaría por uno de ellos, al renunciar tanto a explicaciones tradicionales según las cuales se tendería a aceptar un “ajuste robusto” en función de su capacidad para dar cuenta del mundo, como a explicaciones según las cuales un ajuste se adoptaría en relación con ciertos intereses sociales. Por otra parte, es posible argumentar, siguiendo a Hacking (2001), que si bien las preguntas que inician la investigación son contingentes, resulta difícil pensar que ocurre lo mismo con las estrategias de respuesta de los científicos, con las soluciones que estos encuentran y el modo en el que las validan. En alguna medida, por más mínima que esta sea, el punto de partida condiciona el lugar al que se llega, es decir, el establecimiento de un nuevo “ajuste robusto” no parece ser un proceso del

⁶ Pickering aborda un conjunto de estudios de caso a partir de su modelo teórico: el desarrollo de la cámara de burbujas, la postulación de los quarks, el desarrollo de los cuaterniones, el diseño de herramientas mecánicas controladas numéricamente (Pickering, 1995), el surgimiento de las tinturas sintéticas para la industrial textil (Pickering, 2001) y el desarrollo de la cibernética en el período de posguerra (Pickering, 2002)

cual sea imposible anticipar alguno de sus componentes. A pesar de que la contingencia radical implícita en el modelo de Pickering presenta los problemas mencionados, considero que es necesario incorporar algún tipo de contingencia en todo modelo de desarrollo científico y en todo abordaje historiográfico, puesto que opera como barrera frente a reconstrucciones deterministas y forzadas de los procesos de cambio científico.

En segundo lugar, quisiera retomar el modo en que es considerada la dimensión material en la obra de Pickering. Si bien se le asigna un rol, éste no parece ser decisivo y en última instancia la comprensión de la práctica científica descansa aparentemente en factores sociales. Esto se deriva, a mi juicio, de la no aceptación de una simetría total entre actores humanos y no-humanos como la que propone la teoría del actor-red, y la opción, en su lugar, por una simetría parcial (Jensen, 2003). Sin embargo, en contraposición con lo que sostiene Pinch (1999), para quien la noción de “ajuste robusto” no se diferencia del concepto de paradigma de Kuhn, es posible sostener que la propuesta de Pickering considera la dimensión material de la práctica científica de un modo en que la noción kuhniana no lo hace. Esta última no parece incorporar en ninguna de sus múltiples acepciones más que la dimensión simbólica de los aspectos materiales de la ciencia. En tal sentido, es posible sostener que el camino adoptado por Pickering a partir de la consideración del mundo material como parte del proceso de producción de conocimiento constituye una rectificación del voluntarismo social implícito en los enfoques constructivistas y señala un interesante camino a seguir por los estudios sociales de la ciencia.

Referencias bibliográficas

- Barrow, C. (2003) (ed.), “A strong distinction between humans and non-human is no longer requires for research purposes: a debate between Bruno Latour and Steve Fuller”. *History of the Human Science*. Vol. 16. No.2, 77-99
- Franklin, A (2003), "Experiment in Physics", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2003 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/sum2003/entries/physics-experiment/>.
- Hacking, I. (2001), *¿La construcción social de qué?* España: Paidós.
- Jensen, C. B. (2003), “Latour and Pickering: Post-human Perspectives on Science, Becoming and Normativity”, in Idhe, D., Selinger, E. (eds.), *Chasing Technoscience: Matrix for Materiality*. Indiana: Indiana University Press, pp.225-240.

- Law, J. (2004), "Enacting Naturecultures: a Note from STS", Centre for Science Studies Lancaster University, <http://comp.lancs.ac.uk/sociology/law-enacting-naturecultures.pdf>.
- Pickering, A. (1993), "The mangle of Practice: Time, Agency and Emergency in the Sociology of Science", *American Journal of Sociology*, 99, pp. 59-89.
- Pickering, A.(1995), *The mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pickering, A. (1999), "Explanation and the Mangle: A Response to My Critics", *Studies of History and Philosophy of Science*, Vol. 30 No.1.
- Pickering, A. (2001), "Decentring Sociology. Synthetic Dyes and social Theory", University of Illinois, Department of Sociology. URL: <http://www.soc.uiuc.edu/people/CVPubs/pickerin/sdst.pdf>
- Pickering, A. (2002), "Cybernetics and the mangle. Ashby, Beer and Pask". *Social Studies of Science*, Vol. 32, No. 3, pp. 413-437.
- Pickering, A. (2003), "On becoming: Imagination, Metaphysics and the Mangle", in Idhe, D., Selinger, E. (eds.), *Chasing Technoscience: Matrix for Materiality*. Indiana: Indiana University Press, pp. 96-116.
- Pinch, T. (1999), "Mangled up in Blue", *Studies of History and Philosophy of Science*, Vol. 30 No.1., pp.139-148.

Simulaciones computacionales en química y estrategias de resolución de problemas*

Pío García[†]
UN de Córdoba

Introducción:

La llamada química computacional se ha desarrollado desde hace varias décadas hasta conformar una sub-disciplina con una enorme influencia y con múltiples ramas. Entre estas ramas, la referida a sistemas expertos y asistentes automatizados para investigadores ha tenido un gran avance. A causa de este avance se ha sugerido que la química no debe ser ya vista como una disciplina "eminente experimental" (Grant, Richards 1995). Se sostiene, así, que, con el auge de estos sistemas computacionales¹, podría hablarse de un desplazamiento desde un paradigma fuertemente experimental hacia uno más teórico y computacional².

En el presente trabajo tomaremos como punto de partida esta afirmación no para analizarla sino para cuestionar uno de sus sustentos, a saber, la aparente oposición entre experimentos y computación. Defenderemos que el auge de simulaciones computacionales en bioquímica, al menos del tipo que analizaremos en este trabajo, está justamente motivado por el carácter fuertemente experimental de algunos campos específicos de esta disciplina. Y que esta motivación se cristaliza en intentos de simulación que desdibujan los límites entre experimentos y computación.

Para apoyar nuestra posición tomaremos, por un lado, una perspectiva histórica, la cual nos servirá para comparar programas computacionales de hace algunas décadas con otros más actuales. De esta comparación se desprende, en nuestra opinión, un cambio importante en la construcción y uso de los programas. Sugeriremos que este cambio responde no sólo a requerimientos computacionales

* Este trabajo es parte de un proyecto de investigación financiado por FONCYT y Secyt.

[†] pio@ffyh.unc.edu.ar

¹ No es el único elemento que apoya este juicio de Grant, el desarrollo de métodos analíticos en algunos ámbitos de la disciplina sería otro elemento relevante.

² Esta afirmación está apoyada no sólo en el desarrollo de sistemas computacionales sino en el crecimiento de una perspectiva teórica en estas disciplinas (Cf. Grant, Richards 1995:2ss).

sino a una perspectiva diferente de la manera en la cual se trabaja en química. Además, a partir de un ejemplo de aplicación de programas de simulación actuales, propondremos que éstas se pueden entender a partir de sus pretensiones de *sustitución* de experimentos. Ambas perspectivas, la histórica y la referida al ejemplo de aplicación, servirán para apoyar nuestro cuestionamiento a la oposición entre simulaciones computacionales y experimentos³.

Estrategias de resolución de problemas en química

En los últimos años se han comenzado a utilizar programas computacionales en el campo de la simulación metabólica. Dos de los más citados son el *Gepasi* y el SCAMP. Pero, la asistencia por medios informáticos en el campo de la química no es algo nuevo. A mediados de los años 70 se construyeron varios programas con la intención de mecanizar tareas en el campo de la química y disciplinas afines. El DENDRAL, y más recientemente el MECHEM, son algunos de dichos programas computacionales⁴. Éstos últimos pueden considerarse como parte del nacimiento y posterior auge de los sistemas expertos.

Pero, tanto por su arquitectura, como por sus pretensiones, ambos grupos de programas –las simulaciones citadas antes y los "sistemas expertos"– son muy distintos. Veremos a continuación algunos aspectos del DENDRAL, como ejemplo del primer grupo de programas, para luego compararlo con el *Gepasi*, al que tomaremos como representante del segundo grupo de programas.

El DENDRAL es un programa dedicado a la tarea de análisis de datos tomados de un espectrógrafo de masas. El problema general al cuál se enfrentaron sus constructores era cómo lograr interpretar, en términos químicos o como lo haría un químico entrenado, los datos obtenidos por este instrumento⁵.

³ Nos basaremos para esto en la opinión que los propios expertos del campo tienen acerca de los mecanismos propuestos y de las simulaciones. En particular contrastaremos los trabajos de Bakker y colaboradores (Bakker, Michels., Opperdoes, & Westerhoff, 1997), Cornish-Bowden (Cornish-Bowden, Cárdenas 2003) y Cornish-Bowden y Eisenthal (Cornish-Bowden, Eisenthal 2000).

⁴ La preferencia por la mecanización de tareas o la simulación de las estrategias en estas disciplinas estuvo motivada, en parte, en cierta percepción acerca del grado de complejidad del marco teórico involucrado. Comparado con otras disciplinas, la química y disciplinas afines parecía no tener, para los investigadores de la inteligencia artificial clásica, un marco teórico tan complejo y restrictivo. Si estos supuestos fuesen correctos, entonces podría esperarse que los recortes teóricos que habitualmente realizaban los sistemas expertos no fueran en detrimento de la simulación de la tarea en cuestión.

⁵ La visión de lo que es más relevante en el DENDRAL es diferente si se le consulta al experto en química involucrado- Joshua Lederberg - en la construcción de este programa

Para Lederberg –integrante del grupo de químicos involucrados en el proyecto– uno de los logros principales del DENDRAL fue la investigación asociada con las formas "canónicas" de las fórmulas químicas (Lederberg 1990). En otras palabras, investigar de qué manera se podía lograr una descripción económica del problema que se abordaba. Para, Feigenbaum –el responsable de la parte "computacional" del proyecto–, lo más importante del DENDRAL fue el "hallazgo" de que la información era uno de los puntos más relevantes en la resolución de problemas. Esta tesis general de Feigenbaum fue el resultado de una experiencia particular. En ocasión del análisis de ciertas sustancias con muchos átomos de carbono, encontraron que el espacio de búsqueda de candidatos "legales" era enorme –de aproximadamente 15 millones (Feigenbaum 1989)–⁶. Lo que se planteó entonces fue: ¿Qué haría un químico en esta situación? Con el agregado de unas pocas reglas que intentaban 'modelizar' el conocimiento general de un químico era suficiente para reducir el espacio de búsqueda a un solo caso⁷. Este resultado fue lo que llevo a Feigenbaum y a sus colaboradores a plantear que, en la inteligencia artificial, ahora "el conocimiento es poder". El contenido de esta frase en este contexto determinado era que el valor heurístico se trasladaba –se "precipitaba" en palabras de Feigenbaum– de la búsqueda y las reglas hacia el conocimiento.

En realidad ambas perspectivas –la de Lederberg y Feigenbaum– pueden verse como subsidiarias del problema general de encontrar maneras de reducir el espacio de búsqueda, representado por el conjunto de fórmulas químicas consistentes con los datos. Para esta "reducción en la búsqueda" son relevantes tanto las formas canónicas –que evitan la generación de caminos redundantes– como la incorporación de información.

Este programa fue utilizado como un "asistente" para la interpretación de datos experimentales. En este sentido su campo de aplicación es el *posterior* a la experimentación. Programas como el MECHEM, construido en los 90 del siglo pasado para encontrar mecanismos de reacción plausibles, pueden ser vistos como aplicables al ámbito *previo* a la experimentación. La tarea principal de este programa es encontrar buenos candidatos –buenas hipótesis– para *luego* ponerlas a

(Lederberg 1990) o al experto en inteligencia artificial - Edward Feigenbaum (Feigenbaum 1989)

⁶ Éste espacio se podía restringir con las estrategias usuales hasta reducirlo a un millón; lo cual era un gran logro, pero todavía era difícilmente manejable por un sistema que intentase simular las capacidades cognitivas humanas

⁷ Este conocimiento era modelizado en términos de reglas del tipo si-entonces. Para un ejemplo de este procedimiento aplicado al DENDRAL, Cf. Russell, Norvig 1995:22

prueba por medio de experimentos⁸. Pero el sistema MECHEM no realiza experimentos.

Las simulaciones computacionales de procesos metabólicos pretenden justamente dar cuenta de esta última tarea. Aún más, en ocasiones pretenden *sustituir* experimentos. Abordemos ahora esta pretensión para juzgar su alcance.

Simulaciones del metabolismo

En el campo específico de las simulaciones del metabolismo se utilizan varios programas computacionales. Nosotros tomaremos al *Gepasi*, con un ejemplo de aplicación –muy simplificado y esquemático– del cuál sólo incluiremos aquellos aspectos que ayuden a nuestra discusión. El ejemplo se refiere a las simulaciones del metabolismo del *Trypanosoma Brucei*, el agente responsable de la llamada "enfermedad del sueño africana".

El funcionamiento del *Gepasi* (Mendes 1993) puede considerarse, al menos a nuestros fines, en dos etapas⁹. En la primera el programa propone mecanismos de funcionamiento metabólico a partir de la información suministrada por el usuario y restricciones químicas habituales¹⁰. En esta etapa el *Gepasi* no difiere demasiado de la propuesta del MECHEM, pero las semejanzas llegan hasta aquí. Si bien para el funcionamiento del *Gepasi*, el agregado de "información" es fundamental, esta información no parece estar estructurada de manera directa en función de la restricción de un espacio de búsqueda. En este sentido, esta característica del *Gepasi* difícilmente pueda ser vista como una instancia de la propuesta general de Feigenbaum.

La segunda etapa del *Gepasi* corresponde a la simulación propiamente dicha de los mecanismos propuestos antes. Este programa puede verse como parte de la familia de simulaciones basada en la variación de "parámetros". Si bien esta variación puede hacerse de manera libre, esto no ocurre la mayoría de las veces en razón del objetivo con el cuál se realizan las simulaciones. Una adecuada simulación metabólica debería tener, de acuerdo con los expertos, la menor cantidad de parámetros indefinidos o variados "libremente". Aquí, las pretensiones de simulación son "miméticas" –este es el término que suele ser utilizado por los bioquímicos que realizan las simulaciones de cinética metabólica–. De esta manera, la cantidad y calidad de la información que se tenga es un elemento

⁸ Desde esta perspectiva el KEKADA entraría en esta segunda categoría.

⁹ El *Gepasi* es un programa de propósito general. En ocasiones el usuario le provee el modelo a simular. Estas dos etapas suelen darse de manera conjunta en el programa, pero a los fines de la comparación nos parece útil distinguirlas.

¹⁰ Más específicamente estereométricas.

crucial para juzgar la "confiabilidad" de las simulaciones. Esta es la razón principal por la cual la mayor parte de la discusión en la literatura acerca del valor de estas simulaciones gira en torno a casos como el del metabolismo del *Tripanosoma Brucei*, en donde se tiene un gran porcentaje de la información requerida.

Veamos ahora la parte del ejemplo que nos puede ser útil para evaluar las pretensiones del *Gepasi*. De acuerdo con Cornish-Bowden (Cornish-Bowden, Cárdenas 2003), uno de los que realiza esta simulación, se pueden evitar los efectos del agente de una enfermedad inhibiéndolo. La forma más evidente de realizar esto es interfiriendo con el metabolismo del organismo indeseable, a través de la disminución de su "corriente metabólica" (Cornish-Bowden, Eisenthal 2000). En este caso se intenta introducir un "competidor" del agente de la enfermedad. Otra forma, menos obvia, de inhibir a un agente es incrementando la concentración del sustrato. En este caso el responsable de la inhibición es el sustrato, y por lo tanto el agente o sustancia que se utiliza no funciona como un "competidor directo", aunque "el componente no-competitivo se transforma en el principal determinante de la respuesta del sistema" (Cornish-Bowden, Cárdenas 2003). Una manera de decidir cuál de estos caminos es el más adecuado es por medio de una simulación.

El *Gepasi* "propone" varios mecanismos de "comportamiento" metabólico, a partir de la información suministrada por el usuario. De acuerdo con simulaciones realizadas por Bakker (Bakker, Michels, Opperdoes & Westerhoff 1997) y Cornish-Bowden (Cornish-Bowden, Eisenthal 2000) a partir de información estereoquímica el programa "propone" cuatro mecanismos. Tres de ellos son considerados triviales para un bioquímico entrenado. No ocurre lo mismo con el cuarto mecanismo. Este modelo "no trivial" se puede poner a prueba por medio de una simulación.

La construcción de los mecanismos y la simulación subsiguiente de sus comportamientos son considerados los logros principales del *Gepasi*. Pero, para la simulación se requiere del uso de parámetros cuyo ajuste se realiza muchas veces sin la presencia de datos confiables –esto es de origen experimental–. Si a esto le agregamos que el conocimiento necesario para la construcción y simulación de este mecanismo parece estar disponible para un bioquímico entrenado, surge una pregunta: ¿por qué no realizar directamente el experimento? Parte de la respuesta suele estar muchas veces asociada a una cuestión económica –es el argumento habitualmente esgrimido para justificar este tipo de investigaciones (Cornish-Bowden, Cárdenas 2003)–.

Pero en este caso hay otros aspectos operantes. El problema de realizar un experimento está relacionado aquí más bien con una de las dicotomías que más

han pesado en historia de la bioquímica: la diferencia entre condiciones *in vivo* y condiciones *in vitro*.

Arriba decíamos que la manera más obvia de interferir en el metabolismo de un agente era disminuyendo el flujo metabólico. También decíamos, siguiendo a Cornish-Bowden, que hay otra manera de interferir en el metabolismo: incrementando la concentración del sustrato. Sin embargo para que pueda darse esta situación, se debe realizar la simulación en condiciones metabólicas particulares, que son "extremadamente raras" *in vitro*¹¹. Aunque se supone, por la pretensión mimética de la simulación y por la manera en la cuál se han construido los mecanismos, que es lo que ocurre *in vivo*. Es en este punto en donde, en nuestra opinión, pueden sopesarse parte de las pretensiones de sustitución de experimentos por medio de estas simulaciones. Es más, si este mecanismo propuesto fuese correcto –en el sentido de que el mecanismo de inhibición funciona–, entonces podría elaborarse directamente una droga que afectara al agente responsable de la enfermedad del sueño africana.

Simulaciones y experimentos

En este trabajo hemos intentado cuestionar la oposición entre experimentos y computación, como uno de los supuestos involucrados en la afirmación de que la química no debe entenderse ya como una disciplina eminentemente experimental. Nuestra estrategia ha sido comparar el uso de distintos programas computacionales en química. Programas como el DENDRAL pretenden simular las estrategias de resolución de problemas llevadas adelante por un químico entrenado. Su ámbito de aplicación es la interpretación de datos. En este sentido su campo es el momento *posterior* a un experimento. Por el contrario el MECHEM puede ser visto como un programa cuyo ámbito es el paso *previo* a la experimentación, puesto que su función principal es proponer hipótesis para ser puestas a prueba (Valdés-Pérez, Simon & Murphy, 1992). En este sentido puede decirse que la oposición entre experimentos y computación podría valer, eventualmente, para la aproximación que se ha centrado en las estrategias de resolución de problemas¹² –ya sea que se intente simular las estrategias llevadas adelante por un químico –DENDRAL– o se intente una solución eficiente de un problema –MECHEM–.

Distinto es el caso de las simulaciones como las propuestas por el *Gepasi*. Estas simulaciones no sólo abordan el ámbito experimental sino que en ocasiones pretenden sustituirlo.

¹¹ El aumento de la concentración "a una tasa constante" (Cornish-Bowden, Eisenthal 2000)

¹² Por supuesto que esta es una tesis histórica, no se intenta aquí decir que este tipo de aproximación excluya en principio la posibilidad de "simular" experimentos

No es nuestra intención aquí sostener una tesis de "evolución histórica", entre sistemas expertos y simulaciones computacionales, ya que las simulaciones computacionales del metabolismo provienen de mediados de los 60 del siglo pasado. Las limitadas capacidades de las máquinas de la época, sumada a la falta de información experimental hicieron que este tipo de simulaciones no tuviera demasiada relevancia.

Sin embargo, hay una manera de ver al *Gepasi* como una instancia de la perspectiva de resolución de problemas. Si se tienen en cuenta la cantidad de restricciones que deben operar para que las simulaciones sean vistas como "miméticas", entonces el *Gepasi* podría verse desde el punto de vista sugerido por Feigenbaum. Probablemente este aspecto no aparezca de forma tan explícita aquí porque sus constructores –expertos del campo de la química– no tienen la necesidad de hacer explícitos los supuestos que subyacen en el programa.

Esta manera de ver al *Gepasi* pone el acento en la construcción de mecanismos y en el ajuste de parámetros, pero no subraya el papel "heurístico" de las simulaciones mismas. Y por consiguiente se oscurece el papel sustitutivo de experimentos que marcábamos más arriba. En este sentido difícilmente pueda ser descrito el aspecto simulativo del *Gepasi* con las mismas herramientas conceptuales que motivaron la construcción del DENDRAL.

La evaluación de las pretensiones sustitutivas del *Gepasi* pueden medirse en parte por la dificultad de reproducir algunos experimentos *in vitro*. La dicotomía *in vivo* - *in vitro* ha tenido un papel de primer orden en el diseño y evaluación de instrumentos en la historia de la bioquímica¹³, además de constituirse en una dificultad metodológica de peso. Su influencia en este caso puede verse en al menos dos puntos que se solapan parcialmente: la consideración de la reversibilidad de las reacciones y la reproducción *in vitro* de ciertas condiciones para las simulaciones computacionales.

En relación con el primer punto, el señalamiento de la relevancia de la reversibilidad en los mecanismos simulados, a los fines prácticos se suele suponer que la mayoría de las reacciones son irreversibles. De hecho, originariamente los mecanismos asociados al metabolismo del *Trypanosoma brucei* fueron abordados de esta manera. Sin embargo, según los expertos, cuando se supone que los mecanismos pueden ser reversibles se puede apreciar un cambio notable en el comportamiento de los mecanismos metabólicos. Y con esta restricción particular es como opera la simulación del *Gepasi*. Sin embargo, es difícil encontrar mediciones de la cinética de estas reacciones, en razón de que han sido juzgadas como no relevantes.

¹³ La historia del micromanómetro en el descubrimiento del ciclo de la ornitina en Krebs puede ser un visto como un ejemplo de la manera en la cual esta dicotomía ha operado (Holmes 1991).

En relación con el segundo punto en donde puede verse operante la influencia de la dicotomía *in vivo* - *in vitro*, nos encontraríamos con la pretensión de simular un sistema *in vivo* obviando, muchas veces, el paso metodológico de la experimentación *in vitro*¹⁴. Este es el punto que parece destacar con más fuerza el aspecto *sustitutivo* de estas simulaciones computacionales. Sin embargo, la complejidad de los supuestos involucrados en este caso hace que seamos cautos en las conclusiones que podemos sacar. El argumento sustitutivo depende, en parte, de la dificultad de reproducir ciertas condiciones en el laboratorio. Si bien esto se desprende de las sugerencias de autores como Cornish-Bowden, hay razones para pensar que parte de esta dificultad proviene, de manera similar al primer punto, del *diseño* experimental y no de una imposibilidad de carácter más fuerte. Las razones por las cuales no se realizan experimentos acerca del metabolismo bajo dichas condiciones particulares – un aumento "de tasa constante"– provienen del convencimiento, con base experimental, de que este es un tipo de condición que no tiene directa consecuencia sobre el metabolismo.

Curiosamente, la causa principal por la cual Cornish-Bowden cambió sus expectativas asociadas al diseño experimental fueron las simulaciones computacionales realizadas por otro bioquímico, Bakker (Bakker, Michels, Opperdoes & Westerhoff 1997). Nótese que aquí las expectativas generadas por experimentos se modifican por simulaciones. Este resultado, que puede sonar extraño, se sustenta en la confiabilidad de los datos de los parámetros. El 60% de los parámetros del metabolismo del *Trypanosoma brucei* está basado en datos "confiables" –en otras palabras, en datos de origen experimental–.

Así, si bien la pretensión de sustitución se ve, en principio, debilitada a partir de la consideración de que las dificultades de la experimentación *in vitro* provienen del diseño experimental, no obstante dichas pretensiones se ven favorecidas a causa del origen de las modificaciones en el diseño experimental. Así, habría lugar para sostener, las pretensiones sustitutivas de las simulaciones¹⁵,

¹⁴ En algún sentido es algo similar a las experiencias de perfusión de fines del siglo XIX. en donde se pretendía reproducir de manera "mimética" las condiciones de un organismo *in vivo*.

¹⁵ El cuestionamiento a este supuesto tiene su base en una aproximación, utilizada por la mayoría de las simulaciones computacionales del metabolismo, que se denomina "control de análisis metabólico". En esta aproximación se suelen describir los procesos metabólicos como reversibles, siendo que, a los fines prácticos, se suelen entender los procesos metabólicos como irreversibles. Este punto en particular, y algunas de sus consecuencias, es el que determina que se evalúe de manera diferente el diseño experimental al que hacíamos mención más arriba. De paso, mientras que la simulación de procesos metabólicos reversibles no suele ser complicada, es muy diferente el caso de su reproducción *in vitro*. Si este análisis fuese correcto, entonces parte de las pretensiones de sustitución de los

a partir de su uso en el campo de la cinética metabólica. En este sentido creemos que los límites entre experimentos y simulaciones no son tan claros como suponen aquellos que plantean su oposición, aunque falta indagar con mayor precisión qué tipos de relaciones se establecen.

Bibliografía

- Bakker, B. M., Michels, P. A. M., Opperdoes, F. R. & Westerhoff, H. V. (1997) "Glycolysis in bloodstream form *Trypanosoma brucei* can be understood in terms of the kinetics of the glycolytic enzymes", *J. Biol. Chem.* 272, 3207–3215
- Cornish-Bowden, A- Cárdenas, M. "Metabolic analysis in drug design", *C.R. Biologies* 326, 2003, 509-515.
- Cornish-Bowden, A. Eisinger, R. (2000) "Computer Simulation as a Tool for Studying Metabolism and Drug Design", pp. 165–172 in *Technological and Medical Implications of Metabolic Control Analysis* (ed. Athel Cornish-Bowden and María Luz Cárdenas), The Netherlands: Kluwer Academic Publishers Dordrecht.
- Feigenbaum, E., (1989), "What Hath Simon Wrought?" en Klahr, D.; Kotovsky, K. (eds.), *Complex Information Processing. The Impact of Herbert Simon*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Grant, Guy H, Richards W.G., (1995) *Computational Chemistry*, Oxford Chemistry Primers, 29 Oxford University Press
- Holmes, F. (1991), *Hans Krebs: The formation of a Scientific Life 1900-1933* Vol. 1. Oxford: Oxford University Press.
- Lederberg, J. (1990) "How DENDRAL Was Conceived and Born" Blum, B., Duncan, K. (edits.) *A History of Medical Informatics*, New York: Association for Computing Machinery Press, 14-44.
- Mendes, P. (1993) "GEPASI: A software package for modelling the dynamics, steady states and control of biochemical and other systems". *Comput. Applic. Biosci.* 9, 563-571.
- Russell, S; Norvig, P. (1995) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. NJ: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Valdés-Pérez, R.; Simon, H & Murphy, F., (1992), "Discovery of Pathways in Science", *Proceedings of Machine Discovery Workshop, International Conference on Machine Learning*, Scotland: Aberdeen.

experimentos vendría "heredada" de las condiciones impuestas por métodos analíticos - más precisamente del método de "análisis de control metabólico".

Lo que las especies realmente son *

Santiago Ginnobili[†]
Universidad de Buenos Aires

En *What emotions really are* (Griffiths 1997, pp. 202-220), Griffiths afirma que las clases naturales de los organismos vivos en biología son cladistas. Con esto, Griffiths no pretende enfrentar a todos los que sostienen que las especies son individuos y no clases (Ghiselin 1974, Hull 1978), pues la afirmación está inmersa en una nueva teoría acerca de las clases en las que las clases naturales no necesariamente se definen por propiedades intrínsecas esenciales, pudiendo ser históricamente delimitadas. Pero sí se enfrenta con aquellos que piensan que las clasificaciones de organismos deben hacerse según algún otro sistema y no el cladista, y también con aquellos que optan por una respuesta pluralista a la cuestión de cuál de los diferentes sistemas de clasificación debe ser utilizado en Biología.

En este trabajo examinaré los argumentos esgrimidos por Griffiths para sostener el estatus privilegiado de las clasificaciones cladistas frente a otras clasificaciones. No se discutirá la teoría de las clases naturales ofrecida, de cuyos méritos no dudo, sino su capacidad para ofrecer una solución en la cuestión particular de qué sistema de clasificación de organismos debería utilizarse en Biología. En la parte I presentaré la teoría de las clases naturales que ofrece Griffiths, presupuesta en el establecimiento de la superioridad del sistema cladista. Caracterizaré brevemente, la taxonomía cladista en la parte II. En la parte III discuto el resultado de la aplicación de los criterios ofrecidos por Griffiths para el establecimiento de la superioridad de la cladística. Finalmente, en la parte IV dirijo la atención sobre algunas de las razones que puede haber para encontrar las clases naturales de la Biología.

I

Griffiths utiliza el término “clase natural” para referirse a categorías¹ que admiten una extrapolación confiable inductiva de algunos ejemplos de la categoría

* Agradezco los comentarios de Diana Pérez y Pablo Lorenzano a versiones previas de este trabajo.

[†] santi75@gmail.com

a la categoría completa (1997, 187-192; 1999, pp. 215-219). Utilizando terminología de Goodman, las clases naturales serían categorías *proyectables* (Goodman 1954). La proyectabilidad de una categoría sería la confianza para realizar inducciones de correlaciones de propiedades en ejemplares observados de esa categoría a no observados. Esta no implicaría necesariamente, según Griffiths, la adherencia a algún tipo de realismo. La confiabilidad depende de teorías de fondo que nos brindan una explicación causal de la correlación de propiedades observadas. Esta idea es tomada de Boyd (1991, 1999). Este mecanismo causal subyacente a la categoría es llamado por Boyd *mecanismo de homeostasis causal*. Una categoría es proyectable en virtud, entonces, de su homeostasis causal.

El mecanismo de homeostasis causal subyacente a la categoría es también llamado por Griffiths la “esencia” de la categoría (1997, pp. 188-189). Pero, a diferencia de lo que los defensores clásicos de las clases naturales creían (Kripke 1980, Putnam 1975), la esencia microestructural sólo sería un tipo entre los diversos tipos de esencias. La esencia de una categoría sería el mecanismo causal homeostático que justifica la proyectabilidad de esa categoría. En las categorías de la química la esencia parece ser microestructural, pero en otras categorías no. En el caso de los taxones biológicos, la esencia no sería microestructural, sino histórica. Los taxones biológicos formarían categorías proyectables en virtud de su origen histórico. El mecanismo homeostático causal sería la común descendencia. Esto sería, según Griffiths, lo que Ghiselin y Hull habrían querido decir cuando ofrecían argumentos en contra de que las especies fuesen clases naturales.

Otro cambio con respecto a la tradición nos interesa particularmente. En acuerdo con Dupré (1993), para Griffiths el concepto de clase natural no implica una única taxonomía de la naturaleza de manera independiente de cualquier propósito humano (1997, pp. 190-192). Podría haber distintas taxonomías de un mismo dominio igualmente legítimas, es decir, en un mismo dominio podría haber categorías diversas que se superpusieran, todas con homeostasis causal. Una categoría que no tuviera homeostasis causal, o que aparentara tenerla por su proximidad con una categoría que sí la tuviera, no sería legítima y debería ser rechazada. Sin embargo, y este punto es central en este trabajo, para Griffiths, el que haya varias categorías legítimas en un dominio no implica que todas las categorías sean igualmente proyectables e igualmente útiles. Con esto tendría que ver la superioridad del cladismo sobre otros sistemas de clasificación.

Según Griffiths, utilizar un concepto más amplio de clase natural que el tradicional y aceptar que puede haber muchas taxonomías superpuestas del mundo, no implica que no haya ninguna forma de elegir entre diferentes taxonomías de la

¹ Griffiths utiliza el término “categoría” para referirse a la referencia de los términos de clase (Griffiths 1997, pp. 175-176).

naturaleza (1997, 191-192). La teoría de la homeostasis causal nos daría las herramientas para realizar este tipo de comparaciones. Las categorías no serían todas igualmente útiles en inducciones y explicaciones.

En un artículo más reciente Griffiths (1999, p. 217) desarrolla más lo que en *What emotions really are* está sólo sugerido. La naturalidad de las categorías se puede comparar de tres modos distintos:

El primero tiene que ver con el valor de las generalizaciones en las que las categorías son utilizadas. El valor de una generalización legaliforme varía en dos dimensiones que Griffiths llama *fuerza* y *alcance*. Fuerza es la medida de la confianza en las predicciones que se hacen utilizando esa generalización. Alcance es la medida del tamaño del dominio sobre el cual la generalización es aplicable. Una categoría teórica sobre la cual hay generalizaciones de una fuerza y alcance considerables es más natural que una categoría acerca de la cual hay generalizaciones de un alcance más restricto y una fuerza menor.

Las categorías pueden diferir en el número de generalizaciones en las que son utilizadas. Una categoría puede estar inmersa en un proyecto científico más rico que otros.

Finalmente, las categorías teóricas están inmersas en programas de investigación más amplios cuyas perspectivas relativas puede llevarnos a preferir ese conjunto de categorías antes que otro.

Como se puede ver, sería una cuestión de grado. Habría clases más naturales que otras.

II

Quisiera caracterizar brevemente al sistema de clasificación cladista y algunos conceptos que se mencionarán a lo largo del trabajo. Los cladistas sostienen que la sistemática tiene como meta la representación de la historia evolutiva. La forma en que los cladistas presentan la historia evolutiva es a través de *cladogramas* (ver fig. 1). Estos son diagramas ramificados que agrupan taxones utilizando como criterio la común descendencia. Es importante señalar que los cladistas sólo consideran como unidades taxonómicas a los grupos monofiléticos. Un grupo monofilético consiste en un antepasado y toda su descendencia (ver fig. 2).

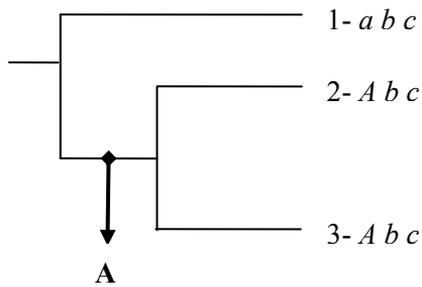


Figura 1. Este sería un cladograma simple en el que se representa las relaciones entre los taxones 1, 2 y 3. Las letras minúsculas representarían rasgos primitivos, las mayúsculas, derivados. Sólo el rasgo *A* sería informativo. La flecha señala el evento en el que aparece el nuevo rasgo. Se podría confeccionar un árbol en el que *A* surge en los dos taxones independientemente, pero sería menos parsimonioso. Necesitaría de más eventos evolutivos.

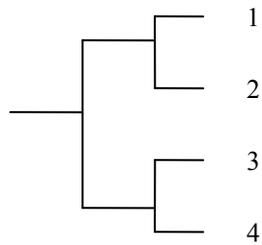


Figura 2. En este ejemplo son taxones monofiléticos los grupos (1 2), (3 4) y (1 2 3 4). No son taxones monofiléticos (2 3) ni (1 2 3).

III

Griffiths argumenta a la vez, a favor dos tesis distintas, una más fuerte que la otra. Una tesis es que la clasificación cladista de los organismos vivos divide a los organismos en clases naturales. Dada la caracterización de clase natural que propone, me parece que ofrece argumentos concluyentes al respecto. Pero no sólo sostiene eso. Él dice que los grupos monofiléticos, es decir los clados, *son* las clases naturales de los organismos (1997, p.210). Esto podría querer decir que son las únicas clases naturales legítimas en las que se dividen los organismos, pero dado que su concepto de clase natural es extremadamente amplio y que, además, no sólo es dominio dependiente, sino que también es relativo a los propósitos con los que se hace la clasificación, debe conceder, y concede, que incluso las divisiones que se hacen fuera de la biología, por ejemplo, entre los jardineros,

tienen cierta proyectabilidad (1997, pp. 191-192). La cuestión tendrá que ver, entonces, con una superioridad de dicha clasificación sobre las alternativas. Esto, como veíamos, tendrá que ver con una cuestión de grado. Según Griffiths, la clasificación cladista sería maximalmente predictiva. Permitiría hacer más predicciones correctas acerca de sus propiedades no observadas de un organismo que ninguna otra clasificación disponible (1997, p. 213).

¿Cuáles serían las otras clasificaciones disponibles con las cuales habría que comparar al cladismo? Cuando Griffiths sostiene que el sistema de clasificación cladista es superior a los otros disponibles, se refiere a clasificaciones de organismos funcionales brindadas por ejemplo por la ecología y no funcionales. Dejaré de lado, por cuestiones de espacio, el tratamiento que hace Griffiths de las clasificaciones funcionales en Biología.

Con respecto a las clasificaciones no funcionales es importante señalar que cuando en Biología se plantea el problema de la clasificación de los organismos en un sistema, se está pensando siempre en una clasificación jerárquica (Sober 2000, 162-163). En una clasificación jerárquica, al clasificar un organismo en una especie, queda clasificado bajo un montón de otros conceptos, llamados generalmente, taxones superiores. Las especies se agrupan en géneros, los géneros en familias, etc. En sistemática este es un supuesto no controvertido cuyo fundamento, probablemente, esté en la tradición, pues, el sistema más utilizado, el de Linneo, es jerarquizado. La discusión acerca del sistema jerárquico de clasificación más indicado se ha centrado en tres sistemas distintos: el *fenetista*, basado únicamente en similitudes entre los organismos (los organismos se organizan en especies, las especies en géneros, etc., en virtud de cierta medida de similitud); el *cladista*, en el que la jerarquía está determinada por el proceso de ramificación evolutivo, y, finalmente, el *evolutivo*, que mezcla los dos sistemas anteriores, dando importancia, principalmente a la genealogía, pero permitiendo que a veces la semejanza se imponga sobre la genealogía.

Griffiths parece estar pensando únicamente en clasificaciones jerarquizadas en sus argumentos. Por lo tanto considera que todos los argumentos presentados por Hull y Ghiselin a favor de que las especies son entidades históricas (en la interpretación que hace Griffiths de la tesis de Hull y Ghiselin de que las especies son individuos (Hull 1978, Ghiselin 1974)) son argumentos a favor de la clasificación cladista, la única de las tres sistemáticas que se basa sólo en principios históricos para agrupar organismos (Griffiths 1997, 202-207). Sin embargo, nada implica que las clasificaciones que den origen a categorías naturales deban ser jerarquizadas. Al contrario, las categorías naturales más tradicionales, los elementos químicos, no se agrupan en un sistema jerarquizado. Al tomar en cuenta sólo sistemas jerarquizados se dejan de lado como postulantes a clases naturales un montón de conceptos de especie que no producen

clasificaciones jerarquizadas. Por ejemplo, los conceptos biológicos de especie, como el propuesto por Mayr, en el que las especies son poblaciones reproductivas aisladas reproductivamente de otras poblaciones (Mayr 1988, pp. 318-319). Dado que la bioespecie también agruparía organismos según principios históricos, los argumentos a favor de que las especies son entidades históricas también beneficiarían a una clasificación basada en el concepto de bioespecie. Sin embargo formarían en algunos casos grupos no monofiléticos (Ereshefsky 1999, pp. 290-294).

Cabe preguntarnos, ¿por qué motivo los diversos conceptos de bioespecie no dividirían a los organismos en clases naturales? El concepto de bioespecie es utilizado en generalizaciones interesantes. Por ejemplo, para teorías acerca de cómo se generan nuevas especies, no importa tanto tratar con grupos monofiléticos, sino justamente el aislamiento reproductivo. También, para que las especies funcionen como unidad evolutiva o como unidad de selección (por supuesto esto último es mucho más controvertido), tampoco importa tratar con grupos monofiléticos, sino con grupos de poblaciones reproductivas, reproductivamente aisladas de otras poblaciones. De todos modos, como se había adelantado, estos conceptos tendrían cierta proyectabilidad, la cuestión sería que las clasificaciones cladistas serían superiores, es decir, los clados constituirían clases más naturales que otros agrupamientos de organismos. Esto tendría que ver con los criterios ya mencionados en la parte II de este trabajo. Según Griffiths, la superioridad de las clasificaciones cladistas radica en que éstas son maximalmente predictivas. Una clasificación cladista de un organismo nos permitiría hacer más predicciones correctas acerca de sus propiedades no observadas que ninguna otra clasificación disponible (1997, p. 213). Esto parece tener que ver, en particular, con los dos primeros criterios. Con que las generalizaciones basadas en las categorías cladistas tendrían más fuerza y alcance, y con el número de generalizaciones que se pueden hacer. ¿Ofrece Griffiths algún argumento para sostener esta afirmación? Lo que hace es proporcionar un número pequeño de ejemplos cuya función parece ser, más que nada, la de mostrar la importancia de lo que él llama *inercia filogenética*: la tendencia de los organismos a conservar estructuras de sus ancestros. Es así que, sabemos más de una especie de aves por saber que es un *ave* que por conocer las fuerzas selectivas a las que está sometida (Griffiths 1994, p. 216). Dada esta inercia, el origen histórico sería más informativo acerca de las características no observadas de un organismo que, por ejemplo, las presiones selectivas a las que se encuentra sometido. Esto es así porque la selección actúa sobre estructuras ya dadas y su poder no es ilimitado.

Suponiendo que, efectivamente, el origen de un organismo fuera más informativo que cualquier otro criterio, creo importante destacar que comprometerse con el sistema cladista es comprometerse con una visión idealizada

y parcial de la realidad. Esto no hay que olvidarlo por más beneficios que este sistema clasificatorio tenga. Por ejemplo, las clasificaciones cladistas sólo reconocen nuevas especies cuando una especie se divide en dos. Esto tiene varias consecuencias que muestran el carácter idealizado de la cladística. Una de ellas, por ejemplo, es que si un taxón evoluciona a través del tiempo sin que se produzca ninguna bifurcación, lo que normalmente se conoce como especiación anagenética, en las clasificaciones cladistas se seguirá tratando como el mismo taxón. Este evento de especiación no es reconocido por la cladística. Ahora bien, uno podría describir esta situación como una falencia de la cladística. Por el contrario, Griffiths sostiene que la especiación anagenética no es una especiación en absoluto (1997, pp. 208). No es un evento evolutivo. Sólo sería un dispositivo para clasificar fósiles utilizado por los paleontólogos. Considero que aunque las clasificaciones cladistas permitiesen realizar más y mejores predicciones, las otras clasificaciones serían necesarias para atrapar la riqueza y la diversidad del mundo vivo. En tanto necesarias, difícilmente puedan ser caracterizadas como inferiores.

IV

Quisiera tratar ahora uno de los fines perseguidos por Griffiths al plantear su teoría acerca de las clases naturales. No pasaré lista de todas las virtudes del enfoque de Griffiths acerca de las clases naturales que justificarían su aplicación a la cuestión de las especies. Me centraré sólo en el rasgo que da sentido al mantenimiento del término “clase natural” para las categorías con homeostasis causal: la relación que hay entre la búsqueda de clases naturales en Biología con la búsqueda de leyes biológicas. La búsqueda de clases naturales tiene que ver, por supuesto con la legitimidad de la autonomía de la Biología. Una de las razones por las que se ha sostenido que la Biología evolutiva carece de leyes es por que las criaturas vivientes están espacio-temporalmente ubicadas (Smart 1963, 1968). Uno de los criterios que tradicionalmente se considera que debe cumplir un enunciado para ser una ley científica es el de estar espacio temporalmente no restringido. Sólo sería posible encontrar leyes evolutivas si encontramos clases naturales de las cuales estas leyes traten. Griffiths es explícito en afirmar que sólo términos teóricos que refieran a categorías naturales pueden entrar leyes científicas (1999, p. 219). Cuando habla de ley científica ya no está pensando en la noción tradicional, sino que sólo exige que soporten contrafácticos. Las clases naturales, como vimos, tampoco son las tradicionales. Pero el que sólo haya leyes científicas sobre términos teóricos que refieran a categorías naturales es una exigencia que se mantiene y que, justifica el mantenimiento del nombre “clase natural”. No discutiré aquí la cuestión de si sólo puede haber leyes científicas acerca de clases naturales. Es una cuestión discutible y discutida. Sin embargo quisiera señalar, que

de ser esta una exigencia legítima a las leyes, el enfoque de Griffiths no es demasiado satisfactorio en reflejarla. Una clase natural, como vimos, sería una categoría cuya proyectabilidad estaría garantizada por teorías de fondo. Por decirlo de otro modo, para que una categoría sea natural debe aparecer referida en leyes científicas. A su vez, para que una ley sea científica, debe tratar acerca de clases naturales. La circularidad es explícita. En la cuestión que nos ocupa aquí, la argumentación de que los clados son las clases naturales de los organismos en Biología se justifica a partir de que es acerca de los clados que las teorías biológicas tratan. Por otro lado, de ser así, las teorías científicas sólo podrían tratar con agrupaciones de organismos monofiléticas, es decir, clados. O bien, lo primero es cierto, con lo cual lo segundo es trivial, o bien no es cierto, con lo cual lo segundo no es trivial pero no está justificado. De ninguna de las dos formas puede tener sentido el intento de Griffiths de convencer a los ecólogos de que usen categorías monofiléticas.

Parece haber una tensión entre el requisito de que sólo puede haber leyes científicas acerca de clases naturales y la idea de que son naturales las categorías referidas en las leyes científicas aceptadas. La efectividad del requisito de que sólo puede haber leyes científicas acerca de clases naturales supone un criterio independiente para determinar cuando nos encontramos frente a una categoría natural. Si pensamos que todas las categorías referidas en las teorías aceptadas son naturales es que ya no nos estamos tomando en serio este requisito. Griffiths pretende conservar las dos cosas. De ahí la circularidad. La fuerza normativa que pretende tener el enfoque sobre las clases naturales de Griffiths parece no ser tal.

V

El enfoque cladista surgió con la meta de crear una taxonomía objetiva que reflejara distinciones en el mundo y no sólo convenientes para propósitos humanos. En consonancia con lo que los cladistas piensan acerca de su sistema de clasificación, Griffiths considera que las clasificaciones cladistas no sólo cumplen con este objetivo sino que son las únicas o las que mejor lo hacen. He intentado mostrar que los argumentos esgrimidos por Griffiths a favor de estas tesis no son suficientes.

Bibliografía:

- Boyd, R. (1991). "Realism, Anti-Foundationalism and the Enthusiasm for Natural Kinds." *Philosophical Studies* 61: 127-148.
- Boyd, R. (1999). "Homeostasis, Species, and Higher Taxa", en Wilson, R. *Species: New Interdisciplinary Studies*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Dupré, J. (1993). *The Disorder of Things*. Cambridge, Mass. Harvard University Press.
- Ereshefsky, M. (1998). "Species pluralism and anti-realism". *Philosophy of Science* 65: 103-120.
- Ereshefsky, M. (1999). "Species and the Linnaean hierarchy", en Wilson, R. *Species: New Interdisciplinary Studies*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Ghiselin, M. (1974). "A radical solution to the species problem". *Systematic Zoology* 23: 536-544. Reimpreso en Ereshefsky, M. (1992). *The units of evolution: Essays on the nature of species*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Goodman, N. (1954), *Fact, Fiction, and Forecast*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Griffiths, P. E. (1994). "Cladistic classification & functional explanation". *Philosophy of Science* 61 (2): 206-227.
- Griffiths, P. E. (1997). *What Emotions Really Are: The Problem of Psychological Categories*. Chicago: University of Chicago Press.
- Griffiths, P. E. (1999). "Squaring the circle: natural kinds with historical essences", en Wilson, R. *Species: New Interdisciplinary Studies*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Hull, D.L. (1965). "The effect of essentialism on taxonomy: 2000 years of stasis." *British Journal of Philosophy of Science* 15: 314-326; 16:1-18
- Hull, D. L. 1978. "A matter of individuality". *Phil. of Science* 45: 335-360. Reimpreso en Ereshefsky, M. (1992). *The units of evolution: Essays on the nature of species*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Kripke, S. (1980). *Naming and Necessity*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mayr, E. (1988). *Toward a New Philosophy of Biology: Observations of an Evolutionist*. Cambridge, MA: Belknap Press, Harvard University Press.
- Mishler, B. D. y Donoghue. M. J. (1982). "Species concepts: a case for pluralism". *Syst. Zool.* 31: 491-503. Reimpreso en Ereshefsky, M. (ed.) (1991). *The Units of Evolution: Essays on the Nature of Species*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Putnam, H. (1975). "The meaning of 'meaning'". En *Mind, Language and Reality*, Philosophical Papers, vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smart, J. J. C. (1963). *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Smart, J. J. C. (1968). *Between Science and Philosophy*. New York: Random House.
- Sober, E. (2000). *Philosophy of Biology. Second Edition*. Boulder, Col.: West View Press.

Las virtudes epistémicas del simbolismo según Leibniz y la transformación de una idea

Norma B. Goethe
Universidad Nacional de Córdoba

I. Introducción

El complejo núcleo temático en torno a la noción de una notación o ‘escritura filosófica’ que articule y facilite la expresión del pensamiento está presente en la obra de Leibniz de una u otra forma desde los comienzos de su carrera.¹ No es menos cierto que su idea de una *scriptura rationalis* y con ella su visión de una ciencia general de los signos sufrirá transformaciones importantes, siendo la más profunda de ellas la que se sigue de sus estudios matemáticos en París entre 1672 y 1676 que le conducirían al desarrollo del cálculo infinitesimal.²

En las reflexiones que datan de ese período, Leibniz parte de un supuesto que *mutatis mutandis* forma parte del bagaje intelectual de su tiempo. Para nosotros, los humanos, toda articulación de los razonamientos así como los procesos cognoscitivos, en general, se realizan a través de símbolos. Tanto Hobbes como Locke habían dedicado secciones de sus obras a la reflexión filosófica acerca de la relación entre lenguaje y pensamiento, aunque es Leibniz quien llegará a elaborar tal supuesto alejándose de una posición originariamente emparentada con la de Hobbes.³ Por otra parte, la búsqueda de un ‘lenguaje perfecto’ era una búsqueda en marcha desde hacía un tiempo considerable.⁴ Y en cuanto a la escritura simbólica en matemáticas, Vieta y Descartes habían introducido un simbolismo innovador en geometría que iría a ser heredado por Leibniz, quien libre de las restricciones epistemológicas cartesianas incluiría en él sus propias innovaciones explotando al máximo la idea del valor heurístico del simbolismo matemático.⁵ Esos resultados conducirían a su vez a la transformación

¹ Como Leibniz (1999, p. 7) lo indica, la idea aparece desde su *Dissertatio de arte combinatoria* de 1666. Cf. Leibniz (1880a). Cf. Correia (1992).

² Lamarra (1978) discute la evolución de la idea leibniziana de una ‘lógica de la invención’ durante sus estudios en París.

³ Cf. Hobbes (1651), Cap. 4, Locke (1696), Libro III.

⁴ Cf. Eco (1999).

⁵ Sobre la innovación de Vieta y Descartes, cf. Macbeth (2004). Sobre la metodología leibniziana, cf. Serfati (2005).

de la idea leibniziana acerca del papel que juegan los símbolos en el plano cognoscitivo y su relación con la verdad.

Hacia el final de su estancia en París, Leibniz reafirma su idea de que en cuanto al razonamiento “el espíritu humano no sería capaz de avanzar un paso sin recurrir a símbolos (‘caracteres’)”, como le escribe a Mariotte en Julio de 1676.⁶ Leibniz reconoce ahora que este hecho le otorga valor cognoscitivo al uso de la notación simbólica matemática transformándola en un ejemplo paradigmático de escritura. No es ésta ciertamente la única perspectiva disponible acerca de la relación entre lenguaje y pensamiento en el siglo XVII. A diferencia de la perspectiva empirista de Hobbes y Locke, por ejemplo, la insistencia leibniziana en la estructura simbólica del pensamiento estará finalmente a la base de su visión de una ciencia general del simbolismo con características formales que Leibniz llama ‘*characteristica*’. Para Leibniz, esta idea resultaría de gran valor heurístico guiando sus investigaciones en las fases más fructíferas, una idea que a su vez evoluciona y se transforma como consecuencia de los resultados obtenidos.

II. La transformación de una idea a partir de la práctica matemática

El ideal leibniziano de una *scriptura rationalis* evoluciona de acuerdo con el progreso de sus estudios en París transformándose en la idea de ‘notación’ como instrumento formal del pensamiento, con cuyo auxilio, y a modo de hilo conductor (‘*filum meditandi*’), se haría posible conducir los razonamientos en forma completamente explícita, es decir, *tangible* y, en algún sentido, mecánicamente, de suerte que cualquiera pudiese reconocerlo y hacer uso de él.⁷ Hay una cierta ambivalencia en el término ‘*characteristica*’ que refiere, sea a la notación como instrumento de expresión (‘*lingua*’) de los contenidos cognoscitivos, sea al ideal de una ciencia general que Leibniz también llama ‘*ars combinatoria*’. Ambos aspectos, sin embargo, aparecen como interdependientes.

La visión de una *characteristica* como ciencia general de los símbolos acerca de la que Leibniz teoretiza desde sus escritos juveniles es muy amplia conjugando elementos metodológicos que pasarán a ser considerados independientemente a partir del siglo XVIII. En términos más contemporáneos podríamos decir que su idea pretendía incluir tanto los principios de explicitación y prueba de los conocimientos de los que ya se dispone, así como los principios lógicos del arte *inventivo* que permitiría llegar al descubrimiento de nuevas verdades. Aunque tal distinción estricta no era obvia en el siglo XVII.⁸

⁶ Leibniz (1987), p. 271.

⁷ Cf. *ibid.*, p. 241: Carta a Oldenburg de 1673.

⁸ Según Descartes (1964-1974, IX, 121-2) el análisis no requiere posterior validación por ‘portar las pruebas’ en si mismo, pues muestra “el camino por el que se ha llegado a una

Una y otra vez se ha hecho hincapié en el carácter utópico e irrealizable de la visión programática de Leibniz, pues las cuestiones metodológicas que estarían involucradas en la realización de tal idea son tan amplias que su puesta en marcha aparece *prima facie* como quimérica.⁹ Pero Leibniz difunde su idea con insistencia comparando la importancia de la invención de este tipo de instrumento metodológico con la invención de otros instrumentos científicos: la invención de tal '*character philosophicus*' aumentaría nuestra capacidad cognoscitiva más allá de lo que la invención de otros instrumentos como el microscopio y el telescopio ha logrado en cuanto a la extensión de la visión.¹⁰

Se trata de la 'idea guía' más constante que motivará sus estudios matemáticos y lógicos, unas veces más y otras menos exitosamente. Leibniz mismo concede que el principal problema es metodológico, aún en las matemáticas estaríamos lejos del método ideal, aunque es principalmente en ese ámbito donde se han podido lograr los resultados más fructíferos.¹¹

IIa. La matemática como terreno experimental

Leibniz está interesado en requisitos metodológicos como la unificación en el tratamiento de una multiplicidad de casos, lo cual es de relevancia para el desarrollo de instrumentos apropiados para toda innovación teórica. Tales requisitos metodológicos se plantean en los ámbitos de investigación a los que está abocado durante sus estudios en París. La cuestión más fundamental que Leibniz adoptará de la metodología cartesiana es que la *generalización* de los problemas permite disminuir la complejidad de la investigación aumentando el valor cognoscitivo de un instrumento metodológico.¹²

La cuestión de la generalización en el tratamiento de los problemas matemáticos se plantea en un escrito de Leibniz de 1674, *La Méthode de l'Universalité*, que da cuenta de un paso importante hacia el desarrollo del cálculo.¹³ En ese contexto encontramos una reflexión acerca de la notación apropiada para el desarrollo de las operaciones matemáticas y su valor heurístico.

verdad". Una idea similar aparece en Leibniz (1999), p.3-7. A partir de Kant (1971, BVIII-IX) se cuestiona la búsqueda de una 'lógica inventiva' que constituya un *Organum* de la verdad por basarse en una confusión entre ampliación del conocimiento y validación.

⁹ Cf. Entendiendo la noción leibniziana de '*characteristica*' como 'lingua universalis', Frege (1879, p. III), por ejemplo, considera que su propuesta había sido demasiado ambiciosa para ser realizable.

¹⁰ Cf. Leibniz (1999), p. 7.

¹¹ Cf. *ibid.*, pp. 6-7.

¹² Cf. Serfati (2005).

¹³ Cf. Couturat (1903), pp. 122-24. Cf. Lamarra (1978), p. 64-65.

El requisito de la unificación en el tratamiento de una multiplicidad de casos está a la base de lo que Leibniz denomina aquí “método de la universalidad”, el cual:

...nos enseña a encontrar por medio de una sola operación formulas analíticas y construcciones geométricas generales para materias o casos diferentes, sin las cuales se necesitaría en cada caso un análisis y una síntesis particular.¹⁴

Leibniz plantea aquí la cuestión de la generalización como un problema que se sitúa en el plano del simbolismo. En el plano numérico, la investigación se plantea como la búsqueda de una ecuación que a modo de definición nos permita *expresar* a través de una única fórmula la multiplicidad de todas las soluciones posibles, mientras que en el plano geométrico, se revela como el intento de *reducir* todas las figuras a un tipo de figura que a modo de noción común, nos permita extraer de ella las propiedades de las diversas figuras particulares por medio del uso del cálculo.¹⁵ Según Leibniz, su método de generalización de los problemas matemáticos posee superior valor cognoscitivo y ello radica en su uso de *nuevos* instrumentos, de una estructura algorítmica que denomina ‘caracteres ambiguos’.¹⁶

Es en este contexto matemático que Leibniz pasa a hablar en términos metafóricos de la visión filosófica que le guía, la idea de una *característica*, la gran ciencia de la cual su ‘método de la universalidad’ representa nada más que una ilustración o ‘muestra’. Es ella, la *característica*, la que:

...le da las palabras a las lenguas, las letras a las palabras, las cifras a la aritmética, las notas a la música, es ella la que nos enseña el secreto de *fixar el razonamiento*, obligándolo a dejar sus huellas visibles sobre el papel, a fin de poder examinarlo cuando nos convenga, es finalmente ella la que nos permite *razonar con poco esfuerzo reemplazando las ideas por los símbolos, a fin de no tener que depender de la imaginación*.¹⁷

Estos términos reflejan el énfasis leibniziano en la importancia de la escritura para la expresión del razonamiento, y el valor del carácter *tangible* de la notación, la cual al dejar sus “huellas visibles sobre el papel” fija el razonamiento

¹⁴ Couturat (1903, p. 122).

¹⁵ Ibid., p. 123-124.

¹⁶ Ibid., p. 125: “...a fin de explicar lo que el método de la universalidad agrega al análisis usual, basta presentar los nuevos instrumentos de los que se sirve, con sus usos. Esos instrumentos son los Caracteres Ambiguos, que son signos o letras, pues las letras expresan las magnitudes y los signos nos muestran las relaciones entre las magnitudes”. (La traducción castellana es mía.)

¹⁷ Ibid., pp. 98-99 (el énfasis es mío).

facilitando su expresión, y permite volver a su consideración en cualquier momento sin tener que depender de la frágil memoria.

En 1675, Leibniz retoma el tema del rigor formal en su correspondencia con Oldenburg, cuando insiste en tratar las nociones de infinito, máximo y mínimo, de perfección, y totalidad, con suma cautela antes de poseer los instrumentos formales a cuya luz ellas puedan ser estudiadas.¹⁸ Motivado por sus trabajos en álgebra Leibniz explicita ahora su idea de que son los instrumentos formales, los que a través de la naturaleza casi mecánica de sus procedimientos, son capaces de mostrar la verdad como algo ‘estable’, ‘visible’, e ‘irresistible’. Sin embargo, el álgebra es sólo un ejemplo de tal procedimiento formal que por representar la verdad casi físicamente, “cual si fuese una pintura”, la presenta de forma claramente reconocible para todos.¹⁹ Es decir, el cálculo no debe ser identificado con ‘simbolismo formal’ y esa ‘fuerza demostrativa’ de la que se nos habla no está exclusivamente ligada al procedimiento algebraico o analítico, aunque según Leibniz, toda contribución a ese ámbito contribuye a la ciencia superior, la *characteristica*. El álgebra es un ejemplo, en tanto que representa una parte del ámbito de aplicación del simbolismo que aquella ciencia se propondría como objetivo. Su valor es el de una ‘muestra’, un modelo que realiza en forma restringida, si bien precisa, las funciones que dicha visión programática propondría realizar para todo ámbito de conocimiento.²⁰

Iib. La lógica como terreno experimental

En cuanto a sus investigaciones lógicas, sabemos que Leibniz trató de llegar a la *expresión* algebraica de la forma lógica de las proposiciones y se puede argumentar que su falta de éxito en el intento de tratar *inferencias relacionales* se debió justamente al hecho de no haber logrado desarrollar exitosamente una notación adecuada para el tratamiento comprensivo de la lógica de los términos. Leibniz esperaba *unificar* la lógica de los términos y la lógica proposicional aspirando a una notación que revelara su isomorfismo:

Si pudiese concebir, como espero, todas las proposiciones como términos, y si pudiese tratar todas las proposiciones *universalmente*, esto prometería una gran fluidez en mi simbolismo y análisis de conceptos llegando a ser *un descubrimiento de gran importancia*.²¹

¹⁸ Leibniz (1987), pp. 250-1.

¹⁹ Ibid., p. 250.

²⁰ Cf. Leibniz (1880b), pp. 205-206.

²¹ Leibniz (1966), p. 55 (el énfasis es mío).

En el caso de la lógica, si bien Leibniz llegó a sugerir esta idea, su falta de éxito en la invención de una notación apropiada impidió que viera los frutos de sus importantes convicciones lógicas. Recordemos aquí la idea fundamental acerca de la estructura del razonamiento humano a la que Leibniz adhiere desde su *Dissertatio* de 1666, la cual inspirada en el pensamiento de Hobbes le conduciría a sus diversos ensayos lógicos²²:

Thomas Hobbes quien se destaca por examinar en profundidad los principios, establece correctamente que *toda actividad mental es una forma de computación*, por la cual se entiende la adición de una suma o la substracción de una diferencia (*De Corpore*, I.i.2). Así como hay dos signos primitivos del álgebra y análisis, + y - , del mismo modo hay dos cópulas ‘es’ y ‘no es’.²³

Para resumir, desde el comienzo de su estancia en París, Leibniz reafirma el valor heurístico y la importancia del rigor formal del simbolismo, tanto para el arte de juzgar los resultados obtenidos, como para la búsqueda y formulación de nuevas verdades. En cuanto a sus investigaciones matemáticas, si bien el principal énfasis estaría en el plano de la invención simbólica, lo que Leibniz llama especulativamente ‘arte combinatoria’ involucra ahora dos etapas, a saber, la génesis de *formulae* según su propia metodología y sin consideración de su aceptabilidad, así como su posterior ratificación que procede por ‘selección’ (sea individualmente o por la comunidad matemática) eliminando o ratificando las combinaciones resultantes de la génesis combinatoria.²⁴

Y en cuanto a su gran visión programática, todo progreso parecería depender de la extensión de la metodología matemática a otros ámbitos del pensamiento. La condición para el desarrollo de la metodología matemática, por otra parte, depende de la invención de la notación apropiada cuyas normas se inspiran en aquella gran visión (‘character philosophicus’).²⁵

III. Las conclusiones filosóficas de esta transformación - el valor cognoscitivo de los signos y la verdad

La referencia a Hobbes nos lleva a un tema que preocupa a Leibniz durante su estancia en París. Se trata de la relación entre la verdad y su expresión, un tema

²² Los diversos ensayos lógicos se conocen como “Plus-Minus Kalküle”. Cf. Leibniz (1966).

²³ Leibniz (1880a), p. 64 (el énfasis es mío).

²⁴ Cf. Serfati (2005).

²⁵ Cf. Lamarra (1978), p. 61.

que ya había planteado en escritos anteriores y que retomará en su correspondencia con Mariotte. En su Prefacio a la edición de Nizolio (1670), Leibniz había rechazado la concepción de la verdad de Hobbes argumentando que éste reducía la verdad a una categoría arbitraria de relaciones completamente dependiente de las definiciones terminológicas que hacen a su expresión.²⁶ Leibniz sostiene que existe un orden natural de verdades que es inmutable. Este orden es objetivo e independiente del progreso del conocimiento y sus instrumentos metodológicos para llegar a nuevas verdades, lo cual no impide reconocer la naturaleza convencional de la expresión de la verdad en este u otro sistema notacional que desarrollemos.²⁷

En una carta a Mariotte un poco anterior a la arriba citada, Leibniz retoma la cuestión del carácter convencional de los símbolos y su relación con la verdad. Comentando un escrito que le fuera presentado por Mariotte, Leibniz expresa su desacuerdo con lo que percibe como una subestimación del valor cognoscitivo de las definiciones por parte del autor.²⁸ La actualidad del tema está clara, pues si toda articulación de los procesos cognoscitivos se realiza a través de estructuras simbólicas cuya naturaleza es arbitraria, cabe preguntarse acerca de las consecuencias filosóficas de esta posición.

¿Qué papel juegan las definiciones en los procesos cognoscitivos y cuál es su relación con la verdad? Leibniz defiende con firmeza la idea de que las definiciones son importantes instrumentos metodológicos para el descubrimiento de nuevas verdades. Su valor cognoscitivo es indudable y no se ve disminuido por su carácter arbitrario, como le escribe a Mariotte:

(...) La definición es el instrumento más poderoso del que puede servirse el hombre a fin de llegar al conocimiento de las esencias y verdades eternas.²⁹

A fin de tomar en cuenta esta idea, Leibniz distingue entre el orden objetivo de las verdades y su expresión: las definiciones no constituyen el principio de existencia de la verdad; ellas cumplen una función *expresiva*, i.e. son principios que rigen para la formulación de una verdad.³⁰ Y es justamente esta función expresiva la que establece el vínculo cognoscitivo entre la verdad 'objetiva' y las definiciones terminológicas. Que la definición constituye un importante principio de conocimiento y un instrumento heurístico se ve, según Leibniz, por el papel que

²⁶ Cf. Leibniz (1880a), pp.127-176.

²⁷ Esta idea también aparece en su 'diálogo' con Locke. Cf. Leibniz (1990). Cf. Lamarra (1978), pp. 65-6.

²⁸ Leibniz (1987), p. 268.

²⁹ Ibid., p. 270. Cf., p. 246.

³⁰ Cf. ibid., p. 271.

ella juega tanto en la demostración como en la invención o descubrimiento de nuevas verdades. Por ejemplo, una ecuación es, según Leibniz, un tipo particular de definición. Se trata de una estructura de ‘relaciones’ entre símbolos, en la cual cada una de ellas se *expresa* como una función de todas las demás, pero eso basta, como escribe, para entender “la cuestión de la que se trata” – “pour entendre la chose meme”.³¹

En otras palabras, el uso de ‘caracteres’ es indispensable para la expresión de la verdad, pero este hecho, en modo alguno compromete la verdad de las relaciones así expresadas. De lo contrario deberíamos negarle todo valor cognoscitivo a las matemáticas. Como bien destaca Lamarra, este tema constituye ahora una preocupación importante para Leibniz.³²

En un escrito de 1672, *Accesio ad Arithmeticae Infinitorum* (B), Leibniz acuerda con Hobbes en cuanto al carácter convencional de los símbolos.³³ Pero sostiene que la función expresiva del lenguaje tiene sus raíces en un momento pre-simbólico del pensamiento, la que constituye la base de objetividad de la definición de la idea y cuyos contenidos son los mismos para todos los individuos. Sin embargo, la importancia del simbolismo no queda restringida a una mera dimensión *expresiva* del pensamiento, al contrario, el simbolismo pasa a formar parte de la dinámica de la actividad cognoscitiva misma. Y es precisamente en este plano que notamos una transformación importante.

En escritos anteriores, Leibniz había afirmado el estrecho vínculo entre lenguaje y pensamiento describiendo el lenguaje (natural) como el ‘instrumento más próximo al pensamiento’.³⁴ En *Accesio* su concepto de lenguaje se amplía hasta incluir la escritura simbólica matemática, de la que el álgebra representa un paradigma. Su interés crece con el creciente reconocimiento del valor heurístico del ‘formalismo’, que en ojos de Leibniz posee dos virtudes: al mismo tiempo que garantiza el rigor metodológico lleva a resultados altamente fructíferos.³⁵ Esto se ve claramente en el caso del álgebra, donde cada nueva verdad adquirida se deriva por transposición y manipulación de signos, y aunque no agregue elementos realmente nuevos a nuestro conocimiento, nos muestra los objetos en sus relaciones estructurales, en toda su ‘desnudez’.³⁶ El razonamiento es ‘razonamiento simbólico’ que se presenta ahora con su propia dinámica apareciendo como una especie de ‘mecanismo mental’, el cual en virtud de su

³¹ Ibid.

³² Cf. Lamarra (1978), p. 56.

³³ Cf. Leibniz (1987), p. 228.

³⁴ Leibniz (1880a), Prefacio a Nizolio, p. 150.

³⁵ Cf. Leibniz (1999), pp. 3-7.

³⁶ Cf. Leibniz (1987), p. 228. Cf. Lamarra (1978), p. 59.

naturaleza formal se transforma en garantía de rigor y precisión, al mismo tiempo que alivia la imaginación.³⁷

Al final de esta etapa formativa, la conclusión de Leibniz no hace sino explicitar lo que aparece en forma implícita en su comentario a Mariotte de que “el espíritu humano no sería capaz de avanzar un paso sin recurrir a símbolos”.³⁸ Pues, ser consecuente con esta idea significa nada más ni nada menos que afirmar la ‘estructura simbólica’ del pensamiento. Es ésta la idea que Leibniz vincula ahora con su ideal de una ‘ciencia general’ del razonamiento y la prueba, basada en una escritura filosófica que de ser posible incluiría los principios de invención y prueba, una especie de álgebra universal, tan amplia que abrazaría desde la física y la ética, la mecánica y la geometría, las ciencias y las artes. Como argumentamos aquí, aquella resultaría una idea de gran valor heurístico para Leibniz a lo largo de sus investigaciones.

Bibliografía

- Correia, M. (1992), *Dissertación acerca del arte combinatorio de G.W. Leibniz* (versión directa del latín, con introducción y notas). Santiago de Chile: Eds. Univ. Católica de Chile.
- Couturat, L. (1903), *Opuscles et fragments inédits de Leibniz : extraits des manuscrits de la bibliothèque royale de Hanovre*, Paris. (Hildesheim: G. Olms Verlag, 1966.)
- Descartes, R. (1964-1974), *Œuvres*, Charles Adam & Paul Tannery (eds.), 11 vols. Paris: Vrin.
- Eco, U. (1999), *La búsqueda de la lengua perfecta*, Barcelona: Crítica (traducción castellana de María Pons).
- Frege, G. (1879), *Begriffsschrift, eine der Arithmetik nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens* en: *Begriffsschrift und andere Aufsätze*, I. Angelelli (ed.), Hildesheim: G. Olms Verlag, 1964.
- Hobbes, T. (1996), *The Leviathan*, R. Tuck (ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- Kant, E.: 1971, *Kritik der Reinen Vernunft*, R. Schmidt (ed.), Hamburg: Felix Meiner Verlag.
- Lamarra, A. (1978), “The Development of the theme of the ‘logica inventiva’ during the stay of Leibniz in Paris”, Leibniz a Paris, Vol. II, *Studia Leibniziana* Supp. XVIII, Stuttgart: Steiner Verlag, p. 55-71.

³⁷ Leibniz (1880a), p. 35.

³⁸ Cf. nota 6.

- Leibniz, W.G. (1966), *Logical Papers: A selection*, (edición, traducción al inglés con una introducción de G.H.R. Parkinson), Oxford: Clarendon Press.
- Leibniz, W.G. (1987), *Sämtliche Schriften und Briefe*, Reihe II, Band 1 (Phil. Briefe), Berlin: Akademie Verlag.
- Leibniz, W.G. (1999), *Sämtliche Schriften und Briefe*, Reihe VI, Band 4, Teil A, Berlin: Akademie Verlag.
- Leibniz, W.G. (1990), *Nouveaux Essais*, *Sämtliche Schriften und Briefe*, Reihe VI, Band 6, Berlin: Akademie Verlag.
- Leibniz, W.G. (1880a), *Die philosophischen Schriften von W.G. Leibniz*, Gerhardt (ed.), Band IV. (Hildesheim, New York: G. Olms, 1966.)
- Leibniz, W.G. (1880b), *Die Mathematischen Schriften von W.G. Leibniz*, Gerhardt (ed.), Band VII. (Hildesheim, New York: G. Olms, 1966.)
- Locke, J. (1974), *An Essay Concerning Human Understanding*, A. D. Woolzley (ed.), New York: New American Library.
- Macbeth, D. (2004) Viete, Descartes, and the Emergence of Modern Mathematics, *Graduate Faculty Philosophy Journal* 25, 2, 2004, 87-117.
- Serfati, M. (2005), *La révolution symbolique: La constitution de l'écriture symbolique mathématique*. Paris: Ed. Petra.

**El programa chomskiano.
Continuidades y rupturas con el proyecto de la lengua universal en el
S. XVII**

Adriana Gonzalo
CONICET-UNL

1.- Consideraciones introductorias:

El presente trabajo se propone indagar acerca de las vinculaciones que el programa chomskiano mantiene con el proyecto de una lengua universal (LU) en el S. XVII. Consecuentemente, no pretende realizar aportes históricos en relación a este último proyecto, ni adentrarse en el impacto general de éste y la revalorización producida en diversos campos de la filosofía contemporánea, sino que se circunscribe a un interés más puntual, que puede inscribirse en el área de la filosofía de la lingüística. El problema central a desarrollar podría plantearse en el siguiente interrogante: ¿Cuáles son las relaciones de continuidad y/o ruptura entre la concepción de lenguaje chomskiana y el proyecto una LU del S. XVII?

Sobre el marco mencionado, en la primera parte del trabajo se caracteriza esquemáticamente el proyecto de una LU en el S. XVII. Siendo éste un tópico complejo, que abarca la obra de múltiples autores y enfoques, se considerará aquí solamente algunos aportes de F. Bacon, cuya influencia en aquel fue importante, y seguidamente se analizarán las tesis centrales del proyecto, tomando como base las propuestas de Wilkins y Leibniz.

En una segunda etapa se presenta la concepción chomskiana del lenguaje, y se focaliza una línea directriz del programa chomskiano: la búsqueda de componentes y mecanismos innatos de orden sintáctico y semántico que justifican hablar de universales lingüísticos.

Finalmente se evalúan los aspectos en que el programa presenta continuidades y rupturas con el proyecto del S. XVII, en particular con los ejes y propuestas de autores considerados en la primera parte.

2.- El proyecto de una LU en el S. XVII:

2.1- Presentación:

El proyecto de la LU tiene su origen histórico en la segunda mitad del S. XVII europeo, particularmente en Inglaterra, donde muchos autores concentrarán sus esfuerzos en la creación de una lengua universal y artificial, con el ideal de contribuir a eliminar las imperfecciones y vaguedad de las lenguas naturales. Entre las publicaciones más relevantes que dan cuenta de esta empresa figuran las obras de Lodowick (1652), Urquhart (1653), Dalgarno (1661) y Wilkins (1668)¹. A este grupo de autores ingleses, podemos sumar la figura de Leibniz, quien se unió a los ideales del proyecto, aunque como mostraremos luego, con una propuesta de carácter diferente de la de los autores antes mencionados.

Para comprender el significado de las obras referidas y su función histórica, Rossi (1983) nos sugiere atender a diversos aspectos de la atmósfera cultural de la que se nutrieron aquellas en la mitad del S. XVII. Entre éstos el autor menciona: la profunda influencia ejercida en Inglaterra por la obra de Bacon y los grupos baconianos de la Royal Society, empeñados en la lucha contra la retórica de fines del humanismo y de la defensa apasionada de la nueva ciencia.

2.2- Antecedentes del proyecto de la lengua universal: Francis Bacon

En Bacon la problemática del LU está enlazada con la enorme desconfianza de éste del papel encubridor y obstaculizador del lenguaje natural. El lenguaje nos hechiza y nos embauca, impidiéndonos el acceso directo a los hechos y a las fuerzas de la naturaleza. Para acercarse a las “cosas reales” es necesario generar un vocabulario que posibilite que sus elementos se vinculen de modo fijo y estable a la realidad efectiva de las cosas. Recordemos como el lenguaje constituye uno de los ídola -el del foro- en la teoría madura de los ídolos (Bacon (1620) y (1624)). En Bacon (1605) se habla particularmente de los signos, y se señala que éstos funcionan como símbolos, en la medida en que tengan componentes perceptibles a la sensibilidad y representen diferentes elementos que hay en las llamadas

¹ Lodowick, F. (1652) *The Grundwork of Foundation Laid (or so Intended) for the Framming of a New Perfect Language*

Urquhart, T. (1653) *Lagopandecteiſon, or an Introduction to the Universal Language*

Dalgarno, G.(1661) *Ars Signorum: Vulgo character universalis et lingua philosophica, [...] quam ex vulgaribus philosophorum scriptis, Londini, excudebat J. Hayes sumptibus authoris.*

‘nociones comunes’. Dentro de los signos no verbales, Bacon distingue entre: (a) los que significan por analogía o similitud con la cosa significada; y (b) los que significan por convención. Entre las primeras se ubican los jeroglíficos y los gestos, que se caracterizan por mantener siempre algo en común con la cosa significada; mientras que entre los segundos Bacon menciona a los “caracteres reales”, comentando que éstos son caracteres construidos artificialmente, cuyo significado depende solo de una convención y del hábito. Los caracteres reales son diferenciados de las letras del alfabeto, que también derivan de convenciones; pero a diferencia de aquellas, los caracteres representan, “no letras o palabras, sino directamente cosas y nociones”. El modo en que los caracteres reales se presentan como modelos o formas paradigmáticas de signos se convertirá en un elemento central en la forma de concebir el lenguaje universal: su carácter convencional. Un segundo aspecto será de influencia clave: la búsqueda de un lenguaje que en contraposición al carácter obstaculizador de los lenguajes naturales, sirva de vínculo o puente directo con las cosas. Por eso Bacon se opone a los “lenguajes heredados” de las prácticas filosóficas y retóricas, tanto porque los términos y conceptos propios de éstas no se adecuan a las exigencias de la nueva ciencia, como por los modos argumentativos y discursivos que nos alejan del contacto con los hechos de la naturaleza y nos envuelven en las mismas prácticas lingüísticas, dificultando nuestro contacto con las entidades reales.

Así en Bacon se dará la combinación del carácter universal del lenguaje, basado en la convencionalidad; y la exigencia de univocidad: nociones tan claras cuyo significado resulte de la referencia directa de los términos con las cosas significadas, y de este modo se garantice la univocidad.

2.3- El impacto de la idea de los “caracteres reales” y el modelo de LU en Inglaterra SVII: el ejemplo de Wilkins

La influencia Baconiana en Wilkins puede reconocerse explícitamente en las referencias que encontramos en su obra de 1668, donde nos comenta que los signos significan *naturally* o *by institution*. Los que significan naturalmente son *pictures of things* y los otros, resultan representaciones simbólicas, que derivan su significado de una convención aceptada con entera libertad. Asimismo, se reconoce la influencia baconiana en la búsqueda de un lenguaje cuyos términos refieran unívoca y universalmente. En este sentido, Wilkins afirmará que entre los signos y las cosas existe una relación unívoca y todo signo corresponde a una cosa o acción. En relación a esta concepción del signo y de la significación, Wilkins se sumará al proyecto de una enciclopedia, sosteniendo el ideal de una enumeración y clasificación completa y rigurosa de todas aquellas cosas y nociones a las que se quiere que corresponda un signo en una lengua perfecta. Este ideal se materializará

en la enorme y basta tarea de la construcción de “tablas perfectas”, basadas en la división en categorías generales, en géneros y en diferencias, con el objetivo de ofrecer una definición exacta de la cosa o noción significada. Wilkins es en este aspecto un caso paradigmático², ya que las tablas ordenadoras suman más de trescientas en la obra mencionada. El modo de organización de las tablas referidas en un sistema de primitivos y derivados no es muy diferente la tradición aristotélica y del árbol de Porfirio. Pero, las especies dividen tanto los géneros naturales, como los objetos artificiales, y también en contraposición a estos sistemas mencionados, Wilkins se propone clasificar los objetos por relaciones y acciones, e incorpora también propiedades o cualidades de los objetos. Para llevar a cabo el ordenamiento en tablas, Wilkins hace una lista de cuarenta géneros, cada uno de los cuales se subdivide de acuerdo con las diferencias que, con excepción de algunas clasificaciones zoológicas y botánicas, son seis. A continuación éstas se subdividen según diferencias particulares (alcanzando un número de doscientos cincuenta y una), para seguir partiéndose y derivar en dos mil treinta especies. Así, el proyecto seguía la meta de ordenar de modo clasificatorio todos los objetos, y generar un sistema de signos capaz de mantener un vínculo referencial directo con esta clasificación, de modo de construir una filosofía universal, base de la lengua perfecta, sustentada en un ordenamiento tipológico, y en las relaciones unívocas entre las nociones y las entidades.

2.4- Lenguaje Universal. El modelo Leibniziano

Aunque Leibniz se mostró tempranamente interesado en la obra de Wilkins, en 1679-80 al regreso de su estancia en París y Londres escribe: “Se puede realizar algo más grande y mucho más útil, tanto más grande cuanto los caracteres del álgebra son mejores que los de la química”³. Su idea de LU se contrapone no solo a la idea de caracteres o signos químicos como elementos, sino también al difundido arquetipo de “caracteres chinos”. Afirma:

Los caracteres de los químicos o de los astrónomos no ofrecen nada semejante, a menos que alguien espere, como John Dee de Londres, autor de

² Es ya célebre la referencia de M. Foucault en el prefacio de *La palabras y las cosas* al texto de J. L. Borges “El idioma analítico de John Wilkins”, donde se ironiza acerca de los posibles recortes categoriales que conducen a modos poco estándares de organización ontológica del mundo.

³ Gerhardt, C. I. *Die Philosophischen Schriften von G. G. Leibniz*, 7 Vols. Berlín, 1875-1890, Vol. VII, pp.5, 6, 9, 16-17. (Las citas y referencias de Leibniz que correspondan a esta edición se simbolizarán con G., seguido del capítulo y páginas).

la Mónada Jeroglífica, poder atrapar no sé qué misterios con ellos. Y pienso que las figuras de los chinos y los egipcios no pueden ser de gran utilidad en el descubrimiento de verdades. De Olaso (2003), p. 220⁴

El proyecto de Leibniz es el de una “lengua característica”: un lenguaje ideográfico que represente directamente los pensamientos. Leibniz sostiene que la “característica” ha de ser una lengua independiente de la lengua hablada”... (De Olaso, 2003, pp.181-182) Este rasgo ideográfico es clave en Leibniz, ya que éste profesó siempre la creencia de que los pensamientos, aún los más abstractos, tienen que ir siempre acompañados, si no de palabras, al menos de signos (G. IV, p. 571). Además, Leibniz pensó que las nociones simples o primitivas, que constituyan lo que el llamó “el alfabeto de los pensamientos”, podían ser representadas simbólicamente, como también podría serlo las relaciones entre las ideas (un sistema de reglas) con las que se posibilitaba su combinación. Esta escritura -sostiene Leibniz en 1679- será una especie de álgebra general y ofrecerá el modo de razonar calculando, de manera que, en vez de discutir se podría decir: calculemos. Y se verá que los errores del razonamiento son solamente errores de cálculo descubribles, como en el caso de la aritmética, por medio de pruebas. Afirma Leibniz:

Así pues, como en este *ars caracteristica*, cuya idea he concebido, está contenido el órgano verdadero de la ciencia general de todas las cosas que caen bajo el razonamiento humano, pero vestido con las interrumpidas demostraciones del cálculo evidente, será necesario también exponer esta característica nuestra, o sea, al arte de emplear del modo más general los signos mediante cierto tipo exacto de cálculo. De Olaso (2003), pp. 221-222

Este último aspecto se enlaza con su concepción de *ars inveniendi* como cálculo. (G. VII, pps, 23, 26, 205). Así, como enfatiza Rossi (1983), los signos de la lengua universal no servirán sólo para distinguir las relaciones entre la cosa significada y las otras pertenecientes a la misma clase o especie, y a determinar las relaciones entre la cosa misma y las diferencias y los géneros en los que ésta está contenida; sino también para indicar los procedimientos que nos conducirían a aumentar nuestro conocimiento. Afirma Leibniz: “En efecto, la “lengua racional” estará construida según una “gramática racional” y de modo tal que podamos conocer todo lo cognoscible sobre un objeto.”... (G. VII, p.13). Sostiene también:

⁴ Se citará en adelante de esta forma a los escritos de Leibniz en la reimpresión de la edición de De Olaso, E., 2003.

Pero se me ha hecho claro, a mí que hace tiempo trato con bastante profundidad esta cuestión, que todos los pensamientos humanos se resuelven en algunos muy pocos, que son los primitivos. Si a estos pensamientos se les asignan caracteres, a partir de ahí se pueden formar caracteres de las nociones derivadas. De Olaso (2003), p.221.

Debe finalmente destacarse que la *lingua característica* no consiste solamente de una organización enciclopédica de las nociones y saberes de una época, que hallan una simbología convencional, única y por ende universal; sino de un “sistema signico”, donde la combinación de signos brinde nuevas posibilidades en el arte combinatorio, y además donde el conocimiento de aspectos definitorios y centrales de determinadas nociones permita un orden de acrecentamiento del saber, mediante una organización deductiva y calculatoria.

3.- El programa chomskiano y su concepción de Lenguaje Universal:

En primer lugar, es conveniente realizar una aclaración respecto del término “programa chomskiano”. Se usa este término, dado que desde el primer modelo de Syntactic Structures (SS) (Chomsky 1957) hasta el Modelo Minimal (Chomsky 1995) y las variaciones posteriores, se han desarrollado importantes cambios teóricos, lo que nos permite hablar de un programa de investigación, consistente de una serie de teorías, que se fueron generando en relación a ciertos postulados epistemológicos y filosóficos básicos.⁵

Teniendo en cuenta lo anterior, como se ha señalado en Smith y Wilson (1983), desde el surgimiento del programa uno de los ideales de la lingüística chomskiana había sido el lograr que la búsqueda de una teoría universal del lenguaje sea reconocida como una tendencia legítima en los estudios lingüísticos. Si bien tanto en SS, como en un conjunto de obras iniciales, la tarea de esta teoría universal se centró en la elaboración de una teoría sintáctica generativo-transformacional del lenguaje, a partir de Chomsky (1965) en particular, se irán consolidando postulados centrales sobre una concepción de gramática universal (GU), que permanecerán a lo largo del programa. Con la postulación de GU se irá consolidando una visión filosófica-lingüística, que podría sintetizarse en los siguientes enunciados: (a) existen componentes universales del lenguaje y rasgos universales del mecanismo de generación de oraciones del lenguaje: los universales lingüísticos; b) estos componentes están presentes en la mente-cerebro

⁵ El término “programa de investigación” remite a Lakatos (1978), aunque sería un tema de discusión si la lingüística chomskiana es reconstruible en el marco de la ideas Lakatosianas.

del sujeto de modo innato; c) el aprendizaje de un lenguaje consiste básicamente en adquirir conocimiento de esos componentes universales del lenguaje: y alcanzar así la competencia lingüística.

Chomsky sostendrá que la tarea principal de la teoría lingüística debe ser establecer una hipótesis de universales lingüísticos que la diversidad real de las lenguas no demuestre falsa y sea lo suficientemente rica y explícita para dar razón de la rapidez y uniformidad del aprendizaje lingüístico. Afirma:

“El estudio de los universales lingüísticos es el estudio de las propiedades de cualquier gramática para una lengua natural. Supuestos concretos sobre los universales lingüísticos pueden pertenecer tanto al componente sintáctico, al semántico o al fonológico como a las interrelaciones entre los tres componentes.” (Chomsky 1965:28).

Sosteniendo la existencia de universales en estos tres órdenes, Chomsky clasifica los universales lingüísticos en formales y sustantivos. Una teoría de universales sustantivos sostiene que los elementos de cierto tipo en cualquier lengua deben ser extraídos de una clase de elementos. “Los universales sustantivos se refieren al vocabulario para la descripción del lenguaje”. Chomsky (1965), p.29. El autor sostendrá que cada lenguaje contiene unidades léxicas de cierto tipo que se refieren a objetos, personas, acciones, etc. Los universales formales son propiedades generales de las lenguas naturales, como el carácter y tipo de reglas de las gramáticas.

Paralelamente a Chomsky (1965), el autor configuraba su inserción en la tradición que denominaba “lingüística cartesiana”, que aparecía explícita en su obra homónima: Chomsky (1966) y en Chomsky (1968). Se afirmaba que un principio generalmente admitido en el S. XVII (y básico en el cartesianismo) es que las propiedades generales de la estructura lingüística son comunes a todas las lenguas, por reflejar propiedades fundamentales de la mente o del espíritu humano. Por entonces, Chomsky hablaba de universales lingüísticos como ideas innatas, y asumía asimismo el concepto de Port-Royal de una Gramática General o Universal, de estructuras internas universales expresadas en la múltiple diversidad de estructuras externas que es característica de la variedad de las lenguas humanas. Se consideraba que estas observaciones había sido reelaboradas en el siglo XVIII y a principios del XIX (por Harris, Herder, A.W. von Schlegel y W. von Humboldt, entre otros) en la que se llamó la “segunda fase o fase romántica de la lingüística cartesiana”.

En obras posteriores -Chomsky (1975) en particular- se considerará que los universales lingüísticos pueden dividirse en dos tipos: formales y funcionales. Los primeros especifican la forma de las reglas gramaticales, el vocabulario en que

estas se formulan y la manera en que interactúan; los universales funcionales especifican la manera en que las reglas se aplican a los datos lingüísticos reales que deben describir. Los universales formales, por ejemplo, definirían una clase de rasgos distintivos fonológicos a los que pueden referirse las reglas fonológicas (ej.: [+nasal] [+sonoro]). Al definir esta clase, la teoría lingüística universal afirmaría que todas las lenguas pueden describirse mediante un conjunto finito de rasgos distintivos. En el caso de la sintaxis, definiría una clase de categorías sintácticas (sustantivo, verbo, etc.) susceptibles de ser utilizadas para la formulación de las reglas sintácticas. En el caso de la semántica también es posible que exista un conjunto finito de rasgos semánticos (como: [+animado], [+humano], [+masculino]). Además del vocabulario de los diferentes tipos de reglas gramaticales, la teoría lingüística determinaría las propiedades formales de dichas reglas. Por su parte, los universales funcionales son aquellos que establecen la manera en que las gramáticas se ajustan a los datos: la manera en que las reglas particulares de las gramáticas se aplican en el análisis de determinada oración.

En esta etapa de la obra chomskiana, como en Chomsky (1965), sorprende observar la hipotetización sobre la conformación del componente semántico que aparentaría gran afinidad con las clasificaciones y ordenamientos categoriales de Wilkins. Sin embargo, este ordenamiento presupone la presencia de categorías, que posibilitan la organización de la información recibida del medio exterior, y en este sentido son más bien “patrones” semántico categoriales. Por su lado, los universales sintácticos se interpretan como mecanismos reglares, que regulan mecanismos de formación y de transformación en la generación oracional. En este punto la idea de “álgebra” de la lengua, la analogía con los modelos lógicos (particularmente los sistemas de lógica matemática clásica bivalente) y la idea de un sistema computacional toman especial fuerza.

A partir de los años ochenta, Chomsky varió la conceptualización antes empleada, abandonando paulatinamente los conceptos "ideas innatas" o "universales lingüísticos", y prefirió hablar de principios universales del lenguaje, pero la idea rectora no fue trasformada. En Chomsky (1985) la teoría lingüística se ocupará de descubrir los principios que operan en la facultad lingüística. Ésta es concebida como un “módulo del lenguaje” -siguiendo la teoría de la modularidad del lenguaje de Fodor (1983)-, cuyos principios y rasgos se distinguen de otras partes de la mente-cerebro de un sujeto. Se afirma:

“Al parecer debemos concebir el conocimiento del lenguaje como un cierto estado de la mente-cerebro, un elemento relativamente estable en los estados mentales transitorios, una vez que se alcanza; es más, como un estado de una facultad diferenciable de la mente -la facultad lingüística- con sus propiedades, estructura y organización específicas, un módulo de la mente”.
Chomsky (1985), pp. 27-8

Finalmente, desde Chomsky 1994 la teoría Minimalista reduce el componente universal a un mecanismo computacional (del que actualmente se reconoce que sabemos aún muy poco) que permite derivar a partir de un input lexical la formación oracional, sobre la base de una estructura de orden bivalente de generación. Vuelve a tomar fuerza el modelo de máquina, la idea de mecanismo derivacional (computacional), pero también vuelve a ser relevante el componente lexical, ya que este es el input del mecanismo; por otra parte, el componente semántico se explica en términos de interface conceptual intencional del mecanismo del lenguaje.

4.- Consideraciones finales:

Ahora podemos preguntarnos cual es la continuidad o ruptura del programa chomskiano con los proyectos de la lengua universal del S. XVII. A diferencia de los proyectos británicos, Chomsky nunca pensó el lenguaje como medio de comunicación, y jamás se propuso crear una lengua universal, basada en algún tipo de caracteres gráficos o fonéticos, que permitieran sustituir la diversidad de lenguas existentes en pro de una lengua capaz de permitir la comunicación. En contraposición, la posición chomskiana sobre la lengua concibe a ésta como un “módulo de la mente-cerebro de un sujeto”. Asimismo, la GU que Chomsky hipotetiza supone la presencia de componentes y mecanismos que resultan comunes a todas las lenguas, dado que las mismas poseen una estructura común, y un mecanismo de funcionamiento común, de naturaleza psico-biológica, genéticamente determinado. Por ende, el carácter universal no puede ser fruto de una creación artificial, sino que la GU constituye una base universal que el lingüista reconstruye, no inventa.

Como se mencionó, alrededor de los años 80 Chomsky abandonó el proyecto de una organización categorial de los universales semánticos (al modo de Chomsky 1965 y 1975). El autor se percata de las dificultades inherentes del tratamiento clasificatorio del componente semántico, y se concentra en el mecanismo generativo, aunque persiste el ideal de explicación del funcionamiento de este mecanismo en el marco de una perspectiva racionalista de la psicología cognitiva.

Así, el lenguaje jamás podría interpretarse como un medio de expresión del pensamiento, y como un medio de comunicación humana. Y en este sentido, el proyecto anglosajón del S. XVII no encuentra ninguna continuidad en la lingüística chomskiana. Sin embargo, podríamos reconocer un nexo en el

mentalismo que signa a ambos proyectos, la idea de existencia de patrones de organización universal, básicos e idénticos, independientes de la diversidad cultural, aunque en el caso de los primeros se presupone el ideal de la enciclopedia, mientras que en el de Chomsky su adhesión al mentalismo se funda en el innatismo de los universales. En esta línea, el proyecto Chomskiano se acerca también al leibniziano, y podríamos agregar que más allá de la propia valoración de las filiaciones chomskianas con la lingüística cartesiana, es sin duda, con la propuesta leibniziana que el programa chomskiano mantiene mayor continuidad. La idea de un álgebra, y de mecanismo calculatorio que presenta el modelo leibniziano, es parte de los ideales iniciales del programa chomskiano, cuando más se acercaba su modelo de los lenguajes naturales a la estructura y mecanismo de los lenguajes formales. Así también, el modelo minimal actual postula fuertemente la idea de mecanismos computacionales y derivacionales que explican el funcionamiento del lenguaje.

El acercamiento entre sistema del lenguaje y sistema de cálculo como sistema generativo, podría emparentarse con la idea chomskiana de generatividad y creatividad como rasgos intrínsecos al mecanismo lingüístico. Finalmente, la concepción Leibniziana de *ars inveniendi*, y su relación de la LU como sistema de generación y derivación de “conocimientos” resultaría también una vía de aproximación a las concepciones de LU de ambos autores.

4.- Bibliografía:

- Bacon, F. (1605) *Of the Proficiency and Advancement of Learning, Divine and Human*. (Versión castellana de Jorge Castilla. *Del adelanto y progreso de la ciencia divina y humana*. México: Juan Pablos, 1984)
- Bacon, F. (1620) *Novum Organum, Sive Indicia Vera de Interpretatione Naturae et Regno Homminis*. (Versión castellana de Cristóbal Litrán. *Novum Organum. Aforismos sobre la interpretación de la naturaleza y el reino del hombre*. Bs. As.: Orbis Hyspamérica, 1984)
- Bacon, F. (1623) *De Dignitate et Augmentis Scientiarum*, en *The Works of Francis Bacon*. Spedding, J. Vol. I, 430-837, London: Ellis and Heath (1857-1874).
- Beuchot, M. (1981) *La filosofía del Lenguaje en la Edad Media*. México: UNAM.
- Chomsky, N. (1965) *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, Massachussets: MIT Press (Version castellana de C. P. Otero, *Aspectos de la teoría de la sintaxis*, Madrid: Aguilar, 1969)
- Chomsky, N. (1966) *Cartesian Linguistics. A chapter in the history of rationalist thought*. N.Y.: Harper & Row.

- Chomsky, N. (1968) *Lenguaje y entendimiento*. Barcelona: Seix Barral.
- Chomsky, N. (1969) "Linguistic and Philosophy" en Stich, Stephen (ed.) *Innate Ideas*. Berkeley: University of California Press.
- Chomsky, N. (1975) *The Logical Structure of Linguistic Theory*. N.Y.: Plenum Press.
- Chomsky, N. (1980) *Reglas y representaciones*. México: F.C.E.
- Chomsky, N. (1981) *Lectures on Government and Binding*. The Hague: Mouton de Gruyter.
- Chomsky, N. (1985) *Knowledge of Language. Its Nature, Origins and Use*. New York: Praeger.
- Chomsky, N. (1995) *The Minimalist Programm*. Massachusetts: MIT Press.
- Cook, V.J (1988) *Chomsky's Universal Grammar*. Cambridge: Blackwell.
- De Olaso, E. (2003) *Leibniz, G. W. Escritos Filosóficos*. (Selección y edición de Ezequiel De Olaso). Trad. Roberto Torretti, Tomás E. Zwanck y Ezequiel De Olaso. Madrid: A. Machado ediciones.
- Eco, U. (1993) *La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea*. Roma: Laterza. (Versión española de María Pons. *La búsqueda de la lengua perfecta en la cultura europea*. Barcelona: Crítica, 1994)
- Fodor, J. (1983) *The Modularity of Mind*. Massachusetts, MIT Press.
- Harman, G., Katz, J., W. Quine y otros. (1981) *Sobre Noam Chomsky. Ensayos Críticos*. Madrid: Alianza.
- Kascher, A. (ed.) (1992) *The Chomskyan Turn*. Cambridge: Blackwell.
- Lakatos, I. (1978) *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Newmeyer, F. (1996) *Generative Linguistics. A historical Perspective*. London: Routledge.
- Rossi, P. (1974) *Francesco Bacone*. Torino: Giulio Einaudi (Versión española de Susana Gómez Péres. *Francis Bacon: De la magia a la ciencia*. Madrid: Alianza, 1990)
- Rossi, P. (1983) *Clavis Universalis. Arti della memoria e logica combinatoria da Lulio a Leibniz*. Bologna: Il Mulino. (Versión española de Esther Cohen. *Clavis Universales. El arte de la memoria y la lógica combinatoria de Lulio a Leibniz*. México: F.C.E, 1989)
- Smith, N. y Wilson, D. (1983) *La lingüística Moderna. Los resultados de la revolución de Chomsky*. Barcelona: Anagrama.
- Wilkins, J. (1668) *An Essay Towards a Real Character and A Philosophical Language*. Sa. Gellibrand and John Martyn printer to Royal Society.

Em busca das descontinuidades: a viagem de Euclides da Cunha à Amazônia

Leandro Belinaso Guimarães[†]

Universidade Federal de Santa Catarina – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Maria Lúcia Castagna Wortmann[‡]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Universidade Luterana do Brasil

Este trabalho visa perguntar sobre algumas contingências históricas que permitiram, no início do século XX, que Euclides da Cunha (na época já um renomado escritor devido ao sucesso obtido com o lançamento da sua reconhecida obra-prima: *Os Sertões*) realizasse uma viagem à Amazônia desejando escrever um livro de porte semelhante ao que havia sido dado à sua obra anterior. A pesquisa analisa, portanto, a “obra” amazônica de Euclides da Cunha (textos, cartas, ofícios, relatórios, notas), fruto de sua viagem à floresta, em 1905, como chefe de uma comissão de reconhecimento territorial, instituída pelo Ministério das Relações Exteriores do Brasil (uma viagem realizada conjuntamente com uma comissão peruana já que questões limítrofes estavam em discussão). No trabalho, argumentamos haver uma descontinuidade entre a forma como Euclides da Cunha constitui a floresta amazônica e os relatos de viagens científicas do século XIX.

Nosso estudo buscou inspiração teórico-metodológica no campo dos estudos culturais. A partir desse referencial, principalmente em suas vertentes pós-estruturalistas, procuramos atentar, também, para descontinuidades históricas. Nas narrativas da Modernidade sobre a História, os atores e os eventos são considerados os precursores e os causadores dos fatos históricos, cujas continuidades e fundamentos são perseguidos nas análises. Para fugir desse esquema, nos remetemos à noção de tempo de Serres (1999), através da qual “o tempo escoia de maneira extraordinariamente complexa, inesperada, complicada” (p.79). Nesse sentido, o tempo se assemelharia a uma ciência “das proximidades e dos rasgos”.

[†] lebelinaso@uol.com.br

[‡] wortmann@terra.com.br

Se você apanha um lenço e o estende para passá-lo, você pode definir sobre ele distâncias e proximidades fixas. Em torno de um pequeno círculo que você desenha próximo a um lugar, você pode marcar pontos próximos e medir, pelo contrário, distâncias longínquas. Tome em seguida o mesmo lenço e amasse-o, pondo-o em seu bolso: dois pontos bem distantes se vêem repentinamente lado a lado, até mesmo superpostos; e se, além disso, você o rasgar em certos lugares, dois pontos próximos podem se afastar bastante... (p.82).

Não se trata, pois, de buscar as origens de um enunciado ou mesmo de traçar uma linearidade temporal entre os *textos* analisados na pesquisa. Não se trata, também, de um estudo epistemológico que poderia ter a intenção de ver, nos *textos* amazônicos de Euclides da Cunha, as raízes e os fundamentos das produções sobre as florestas atualmente. Acreditamos, sim, que se torna muito interessante, pelo menos na perspectiva que estamos adotando, buscar marcar as descontinuidades. Nas palavras de Michel Foucault (1987):

Se a história do pensamento pudesse permanecer como o lugar das continuidades ininterruptas, (...) se ela tramasse, em torno do que os homens dizem e fazem, obscuras sínteses que a isso se antecipam, o preparam e o conduzem, indefinidamente, para seu futuro, ela seria, para a soberania da consciência, um abrigo privilegiado. A história contínua é o correlato indispensável à função fundadora do sujeito: a garantia de que tudo que lhe escapou poderá ser devolvido. (...) Fazer da análise histórica o discurso do contínuo e fazer da consciência humana o sujeito originário de todo devir e de toda prática são as duas faces de um mesmo sistema de pensamento.

Nessa direção, nosso estudo procurou ver como foi possível, no início do século XX, a floresta amazônica passar a ser configurada como um lugar repleto de desencantos. Tal questão torna-se interessante, na medida em que a Amazônia, no decorrer dos séculos XV e XVI e, depois, também, através dos relatos das viagens científicas, de inspiração romântica, no século XIX, fora construída como um lugar encantado e maravilhoso (embora tal “encanto”, como nós procuramos mostrar a seguir, não tenha se processado da mesma forma nestes diferentes séculos). Como foi possível narrar a Amazônia como um território desencantado? Como se processou essa ruptura? Quais discursos estavam em jogo naquele momento permitindo a emergência de um novo enunciado sobre a Amazônia? Estas são algumas das perguntas que nutrem esta pesquisa e que passamos a focar na próxima seção.

Leituras da floresta amazônica: sobreposições de narrativas

Gostaríamos de explicitar, inicialmente, que estamos considerando a Amazônia como um espaço simbólico e conceitual e não, simplesmente, físico e territorial. Aliás, os trópicos se converteram desde os tempos das navegações européias dos séculos XV e XVI em uma maneira ocidental de definir simbolicamente, “algo [como] culturalmente alheio e ambivalentemente distinto” da Europa (Arnold, 2001, p.131). A noção de trópico (e, por conseguinte, de floresta tropical) residiria em uma profunda ambivalência. Como nos diz David Arnold (ibid.), em parte “sonho fascinante de opulência e exuberância – ilhas paradisíacas em mares resplandecentes –, os trópicos significaram ao mesmo tempo um mundo estranho de crueldade e enfermidade, de opressão e escravidão” (p. 130). O autor nos mostra que os primeiros cronistas europeus e brancos que escreveram a América a constituíram com a imagem do Éden terrestre. A idéia dos trópicos como ilhas paradisíacas, formosas e pródigas, se contrapunha à monotonia humanizada da Europa. Porém, como ressalta Arnold (2001), seria equivocado pensar que só houve uma imagem paradisíaca sobre os trópicos, pois tais imagens conviveram ao mesmo tempo com outras de terror, perigo e repugnância.

Em uma importante obra de interpretação do Brasil chamada “Visão do Paraíso”, Sergio Buarque de Holanda (1996) nos mostra que foi sendo difundida na Europa, desde a época dos descobrimentos marítimos dos séculos XV e XVI, a visão dos trópicos como o Éden terrestre e, com isso, se foram organizando “muitos dos fatores que presidiram a ocupação pelo europeu do Novo Mundo, (...) em particular da América hispânica” (p.01). O estudioso destaca que os teólogos da Idade Média não representavam o Paraíso terrestre como um mundo inatingível e incorpóreo, mas, embora recôndito, como plenamente acessível. Tal pressuposto conformou, ou seja, instituiu as imagens e as narrativas dos navegadores daqueles tempos sobre, por exemplo, a floresta tropical. O autor ressalta que uma imagem contrária a essa “fantasia” também esteve presente naqueles séculos. Nas palavras do autor: “não serão apenas primores e deleites o que se há de oferecer aqui ao descobridor [Cristóvão Colombo]. Aos poucos, nesse mágico cenário, começa ele a entrever espantos e perigos” (p. 16). Porém, salienta também que tal negação¹

¹ “Lado a lado com aquela gente suave e sem malícia, povoam-no entidades misteriosas, e certamente nocivas – cinocéfalos, *monoculi*, homens caudatos, sereias, amazonas –, que podem enredar em embaraços seu caminho. (...) Quase se pode dizer de todas as descrições medievais do Éden que são inconcebíveis sem a presença de uma extraordinária fauna mais ou menos antropomórfica” (Holanda, 1996, p. 17). Tal fauna de seres fantásticos, que imbuíam de medos e arrepios os viajantes, foi vista não como marcando um lugar infernal,

nunca ocupou um espaço tão amplo e extremado nos discursos da época como o da idealização paradisíaca do Novo Mundo. Em outras palavras, a imagem do Novo Mundo como o Éden terrestre se cristalizou e se consolidou com força através das narrativas de viagem na época das grandes navegações, sendo que as negações a essa imagem nunca mereceram grande destaque. Foram apenas no movimento ilustrado do século XVIII que tais visões *negativas* se edificaram com maior amplitude e disseminação, buscando romper com a imagem do Novo Mundo como o Éden terrestre. Essa é a primeira descontinuidade que queremos marcar neste trabalho, com respeito às formas de enxergar e configurar a floresta (foco de nossa atenção neste texto) e, de forma mais ampla, também a todo aquele território geográfico e simbólico que era considerado como o “Novo Mundo”.

Roberto Ventura (1991) nos ajuda a compreender tais narrativas *negativas* sobre o Novo Mundo que emergem com o movimento ilustrado do século XVIII. Conforme o autor nos mostra, a “filosofia da Ilustração inverteu a visão paradisíaca da América, ao formar um novo discurso sobre o homem e a natureza americanos, marcado pela *negatividade*” (p.22). Através das obras de pensadores como Georges-Louis Buffon, Cornelius De Pauw e Guillaume Raynal, marcou-se a inferioridade do ambiente do Novo Mundo e a fraqueza das formas de vida que o habitavam. Tais estudiosos eram adeptos do Classicismo – uma vertente artística e estética, associada ao chamado “Século das Luzes”, ancorada na busca da transparência, da clarividência e da racionalidade das “coisas” do mundo. A natureza foi concebida pelos adeptos da Ilustração como uma exterioridade a ser apreendida pela razão. Em outras palavras, a natureza seria apreensível racionalmente e regida por leis. Se a razão era um atributo próprio aos sujeitos europeus (sobretudo homens e brancos), aos climas temperados e à civilização, somente ao lado da irracionalidade, da barbárie e da selvageria poderia estar o Novo Mundo e, conseqüentemente, a floresta e os sujeitos que viviam em um clima tropical.

Em contraposição a estas narrativas emergem, ainda no século XVIII, aquelas que se configuram a partir das premissas românticas edificadas por Rousseau, que afirmavam “a superioridade do *homem natural* e de seu equivalente histórico – o selvagem – sobre o civilizado europeu” (Ventura, 1991, p.23). Em oposição à Ilustração, o Romantismo dota a irracionalidade com uma força positiva. E mais, como argumenta Gerd Borheim (2002), segundo as premissas do movimento romântico do século XVIII, seria a partir de nossa interioridade que poderíamos “compreender (...) a natureza [como] ainda isenta da mácula de mão humana, estranha e anterior à cultura” (p.81). Autores como o naturalista

uma negação da visão paradisíaca dos trópicos, mas, pelo contrário, reforçando-a, pois tal fauna foi concebida como feita pela vontade divina, ou seja, como constituinte do próprio jardim do Éden.

Alexander von Humboldt, sob inspiração romântica, invertem, no início do século XIX, “a imagem negativa da natureza tropical e do clima americano” (p.27). O naturalista alemão é configurado como aquele que, além de romper com uma descrição negativa do Novo Mundo, uniu ciência e arte na constituição discursiva da natureza.

A luta pela imposição de significados travada entre a Ilustração e o Romantismo é entendida como fornecendo os argumentos que permearam a disputa entre a idealização e a desilusão do Novo Mundo no século XVIII e início do século XIX, tal como analisada no importante livro de Antonello Gerbi (1996). A partir da obra de Humboldt, o século XIX pôde assistir à emergência de narrativas que procuraram marcar a positividade dos territórios do Novo Mundo, processando uma ruptura tanto com a imagem do paraíso, como com a depreciação ilustrada. Porém, é preciso considerar que tanto para os naturalistas ilustrados do século XVIII como para os “discípulos” de Humboldt no século XIX (que uniram ciência e arte, sob inspiração romântica) a natureza passou a ser concebida como um objeto das Ciências Naturais.

Se nos séculos XV e XVI o encanto da viagem pelo Novo Mundo remetia à descrição do encantado e do maravilhoso, o encanto da viagem dos séculos XVIII e XIX estava na possibilidade de fortalecer uma Ciência Natural em consolidação (pg.62).

Feitas estas breves incursões a outros momentos históricos, procurando marcar as diferentes formas que se foi narrando e constituindo o Novo Mundo e, portanto, também, a floresta tropical, passamos a nos centrar na obra de viagem de Euclides da Cunha pela Amazônia no início do século XX. Perguntamo-nos: como foi possível emergir, naquele momento, uma narrativa que produziu a floresta como um território desencantado? Consideramos que tal forma de instituir a Amazônia não diz respeito a uma simples retomada dos discursos negativos já cunhados sobre a mesma através dos textos de viagem dos naturalistas ilustrados do século XVIII. Argumentamos em defesa de uma descontinuidade tanto em relação às narrativas processadas pelos naturalistas ilustrados, como pelos românticos. É inegável que tais narrativas funcionaram como *marcadores* de tudo aquilo que leu, escreveu e inscreveu Euclides da Cunha sobre a floresta. Contudo, não era mais a edificação de uma narrativa, sobre a Amazônia, tecida para ser lida na Europa que estava em questão (a noção de Novo Mundo não fazia mais sentido enquanto categoria analítica e descritiva). Pelo contrário, era a construção da República do Brasil que estava em pauta. Nessa tarefa, passaram a emergir, discursivamente, desde os movimentos de independência das várias nações americanas no século XIX, territórios “desérticos” que necessitavam estar agregados às nações independentes, territórios carentes de civilização, de ordem e de disciplina. Ensinar à nação brasileira sobre o desencantamento daquele “sertão

amazônico” foi uma das missões *pedagógicas* de Euclides da Cunha que passamos a focar na próxima seção.

Passando a limpo a Amazônia: a viagem de Euclides da Cunha

Os textos, derivados da viagem realizada por Euclides da Cunha em 1905 à Amazônia, guardam, talvez, uma semelhança importante com as literaturas de viagem do século XIX: era preciso estar lá na floresta amazônica para escrever sobre ela. Antes de partir para sua viagem pelo rio Purus, cujo traçado faria o viajante penetrar a floresta amazônica, Euclides escreveu algumas cartas ao seu superior: o Ministro das Relações Exteriores, Barão do Rio Branco (escritas, então, em Manaus, antes da chegada das “instruções” de viagem e, portanto, da sua partida). Através delas é possível ver a importância dada ao procedimento de “ir lá ver com os próprios olhos”, olhos que estamos considerando estarem marcados, entre outras coisas, pelas “instruções” de viagem.

Fora desviar, sem vantagem compensadora, a atenção de V. Exa. O alongar-se relatando os dados e informações que tenho colhido sobre as regiões do Purus. Como já tive a honra de declarar em carta anterior, nenhum deles, a meu parecer, exclui a observação direta. São em geral duvidosos e não raro controvertidos. Manaus, 23.01.1905. Antes da partida (Cunha, 1994, p.247).

Vê-se bem como variam os pareceres sobre assuntos tão simples – impondo a todas as informações o corretivo de uma observação ulterior, direta. (...) Tais esclarecimentos, nem sempre uniformes, aceito-os apenas como indicação para o exame local, mais tarde. Manaus, 14.01.1905. Antes da partida (p.248).

Como já tive a honra de declarar em carta anterior, nenhum deles [os dados sobre o rio Purus], a meu parecer, excluem a observação direta. Manaus, 25.01.1905. Antes da partida (p.249).

Em Manaus, no início do ano de 1905, Euclides da Cunha cuidava dos preparativos da viagem, estudava fontes bibliográficas sobre a Amazônia e aguardava a chegada das “instruções” para poder partir. Foram alguns meses de espera. Esse tempo de expectativa mostra que a viagem de Euclides à Amazônia não foi feita por razões simplesmente pessoais, independentemente dos interesses daqueles que a estavam patrocinando. Pelo contrário, a cansativa espera das “instruções” (que mostrou, através das cartas emitidas pelo viajante, um Euclides angustiado e ansioso pela possibilidade delas não chegarem a tempo do rio ainda

estar na época da cheia permitindo, com isso, uma navegação tranqüila) marca que essa era uma viagem “interessada” e, portanto, que essa não era qualquer viagem determinada, apenas, por propósitos de cunho pessoal. Nesse sentido, o olhar a ser lançado à floresta, e ao rio Purus que deveria ser mapeado, não era, simplesmente, próprio ao viajante, mas, sim, estava constituído, entre outras coisas, pelas “instruções” de viagem enunciadas pelo patrocinador da mesma: o Ministério das Relações Exteriores da recente República do Brasil. Elas iriam dizer qual o caminho a seguir e aquilo que deveria ser, talvez, corrigido em relação ao traçado do rio Purus, determinando, também, o tempo e o dinheiro que poderiam ser gastos para tal propósito; enfim, esse conjunto de “instruções” conduziria não apenas a viagem, mas, também, as atenções daqueles que estariam em viagem. Vejamos um trecho da “instrução” fornecida a Euclides:

A comissão incumbida da exploração do Rio Purus partirá de Manaus e verificará o curso desse rio, fazendo um simples reconhecimento hidrográfico até o barracão Catai, cujas coordenadas geográficas determinará, assim como as de alguns outros pontos interessantes no trajeto. (...) A comissão mista corrigirá e completará, como puder, a planta levantada por W. Chandless, e verificará a correspondência da nomenclatura geográfica que nela se acha com a atualmente em uso. No regresso determinará as coordenadas da confluência do Purus. (...) Cada comissão mista deverá apresentar um mapa dos trabalhos de que é encarregada e uma memória descritiva da zona percorrida. [In: Cunha, 1994].

Destacamos que a necessidade das “instruções” é uma marca importante e característica das viagens científicas ao Novo Mundo no século XIX (Kury, 2001) e que a História Natural era o guia para a confecção das mesmas. Sob o solo da ciência, não importava quem viajaria, pois um olhar subjetivo não estava em questão. Era preciso olhar com os olhos conformados pela História Natural (mesmo que possamos considerar que os escritos de Humboldt fogem dessa conformação hegemônica de pretensa objetividade e neutralidade das viagens científicas no século XIX). De qualquer forma, voltando às motivações em torno da viagem de Euclides da Cunha, argumentamos que o patrocínio da viagem, cujos interesses aparecem materializados nas “instruções”, definiu para Euclides da Cunha, um modo de olhar e de escrever. Porém, não são, apenas, as “instruções” que configuram o olhar *euclidiano* à Amazônia. Há, ainda, muitos outros aspectos em jogo.

Naquele momento era preciso lançar um olhar muito próprio ao Brasil. Era preciso não apenas ver com os próprios olhos, mas ver com olhos, agora, muito próprios de um brasileiro. O Brasil republicano necessitava encontrar seus próprios rumos em direção ao progresso e à civilização. Era preciso, então, destituir a

Amazônia dos marcadores que a literatura científica [e estrangeira] de viagem havia imprimido à floresta durante séculos. Uma floresta que encanta a alma humana não poderia ser incorporada às prerrogativas de uma nação que urgia estar, completamente, civilizada e caminhando em direção ao progresso, sendo necessário, para tanto, entre muitas outras coisas, eliminar os últimos redutos “desérticos” do Brasil. A Amazônia configura-se, então sob essa perspectiva, como repleta de desencantos, pois como seria possível desenvolver, modificar, uma *terra encantada*? Tornava-se necessário constituí-la *de outros modos* e, assim, incorporá-la ao processo de desenvolvimento pensado como necessário à República do Brasil. Nas palavras de Euclides da Cunha:

Ao revés da admiração ou do entusiasmo, o que sobressalteia geralmente, diante do Amazonas, no desembocar do Dédalo florido do Tajapuru, aberto em cheio para o grande rio, é antes um desapontamento. A massa de águas é, certo, sem par, capaz daquele *terror* que se refere Wallace; mas como todos nós desde mui cedo gizamos um amazonas ideal, mercê das páginas singularmente líricas dos não sei quantos viajantes que desde Humboldt até hoje contemplaram a *Hylae* prodigiosa, com um espanto quase religioso – sucede um caso vulgar de psicologia: ao defrontarmos o amazonas real, vemo-lo inferior à imagem subjetiva há longo tempo prefigurada. Além disso, sob o conceito estreitamente artístico, isto é, como um trecho da terra desabrochando em imagens capazes de se fundirem harmoniosamente na síntese de uma impressão empolgante, é de todo em todo inferior a um sem-número de outros lugares do nosso país. Toda a Amazônia, sob este aspecto, não vale o segmento do litoral que vai de Cabo Frio à ponta do Munduba (Cunha, 1999, p.01).

Se a literatura científica de viagem, no decorrer do século XIX, principalmente aquela que combinou ciência e estética romântica, produziu uma Amazônia repleta de encantos, tratava-se, agora, de produzir o seu desencantamento e com urgência. Através da viagem *euclidiana* a floresta desencantada poderia finalmente inscrever-se no mundo. Talvez seja importante dizer que não foi a “Amazônia real” (como argumenta o próprio Euclides da Cunha na passagem acima destacada) que produziu aos seus olhos certo desencantamento, pois ele fala de sua inegável grandiosidade. Consideramos que a intenção de instituir tal desencanto já estava dada antes mesmo da viagem se processar. Nesse sentido, não é a Amazônia, quando limpa das marcas nela imprimidas por Humboldt (e por muitos outros naturalistas que adentraram a floresta no século XIX) que se apresenta aos olhos *euclidianos* em toda sua verdade e transparência. Por fim, o que emerge descontinuamente dos relatos de

viagem de Euclides da Cunha é uma floresta amazônica desencantada, caótica e “desértica”.

Referências Bibliográficas

- Arnold, D. (2001). *La naturaleza como problema histórico: el medio, la cultura y la expansión de Europa*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Borheim, G. (2002). “A Filosofia do Romantismo”. In: GUINSBURG, J. *O Romantismo*. São Paulo: Perspectiva.
- Cunha, E. (1999). *À Margem da história*. São Paulo: Martins Fontes.
- Cunha, E. (1994). *Um paraíso perdido: ensaios, estudos e pronunciamentos sobre a Amazônia*. Rio de Janeiro: José Olympio.
- Foucault, M. (1987). *A arqueologia do saber*. Rio de Janeiro: Forense-Universitária.
- Gerbi, A. (1996). *O Novo Mundo: história de uma polêmica (1750-1900)*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Holanda, S. B. (1996). *Visão do Paraíso: os motivos edênicos no descobrimento e colonização do Brasil*. São Paulo: Brasiliense.
- Kury, L. (2001). Viajantes-naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagen. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, vol. VIII (suplemento), 863-80.
- Serres, M. (1999). *Luzes: cinco entrevistas com Bruno Latour*. São Paulo: Unimarco.
- Ventura, R. (1991). *Estilo tropical: história cultural e polêmicas literárias no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras.

A astrologia inglesa do século XVII e a então recém-fundada *Royal Society**

Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira†
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – FAPESP

Durante o século XVII, a astrologia se popularizou na Inglaterra e começou a se organizar com a criação da *Society of Astrologers of London*. Mas, curiosamente, perdeu prestígio no meio acadêmico.¹

Bastante emblemática desta situação foi a inserção, na crítica de John Melton à astrologia, na época, de dois pequenos poemas de apoio ao autor, *sugestivamente* escritos por membros de Cambridge e Oxford. Em contraposição, na mesma obra, os astrólogos foram descritos como ignorantes, e quem os consultava era motivo de riso.²

Nesse contexto, o presente artigo discute a atitude da então recém-fundada *Royal Society* em relação à astrologia, e se houve ou não uma manifestação explícita da associação em relação a esse assunto. Discute-se ainda, brevemente, razões para esse comportamento da *Royal Society*, e em que medida essa atitude refletia as opiniões de Francis Bacon e dos associados da instituição.

1. Francis Bacon e a astrologia

No início do século XVII, Francis Bacon propôs que a astrologia, considerada por ele uma parte da física, fosse reformada por estar gravemente “infectada por superstições”.³

Bacon sugeriu princípios para analisar a radiação dos corpos celestes. Estes levavam em conta: a mistura de raios dos planetas, e entre esses e as estrelas fixas; a aproximação e o afastamento do planeta da perpendicular relativa a determinado clima (faixa de latitude); a proximidade do planeta em relação à Terra; o tipo de

* A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio a esta pesquisa.

† juliana_hidalgo@yahoo.com

¹ Ver, por exemplo, Thomas (1973).

² Melton (1620), pp. [iv-v], 18 e 56.

³ Bacon (1605), L. III, Ch. IV, pp. 349 e 353.

movimento do planeta, sua distância em relação ao Sol, e a possibilidade de estar ou não eclipsado.⁴



Francis Bacon (1561-1626)

Fig. 1

Dentro dos limites possíveis de confiabilidade, já que não havia necessidade fatal e sim inclinações, esta “astrologia sana” possibilitava previsões sobre assuntos variados, todos relacionados a grandes massas populacionais:

[...] dilúvios, seca, calores intensos, geadas, tremores de terra, erupções de fogo, inundações ventos e grandes chuvas [...] contágios, epidemias [...] guerras, levantes, seitas, transmigrações de pessoas [...].⁵

Para chegar a essa “astrologia corrigida”, Bacon recomendou, por exemplo, que fosse verificada a situação do céu em eventos marcantes da história, a fim de construir modelos de previsto.⁶

Francis Bacon era reconhecido pelos fundadores da *Royal Society* como seu “patrono intelectual”. Como a instituição propunha pôr em prática as idéias de

⁴ Bacon (1605), L. III, Ch. IV, p. 352.

⁵ Bacon (1605), L. III, Ch. IV, p. 353. Todas as traduções para o português citadas nesse artigo são minhas.

⁶ Bacon (1605), L. III, Ch. IV, pp. 354-5.

Bacon para diferentes áreas de conhecimento, vale à pena discutirmos sua atitude frente à astrologia e às idéias do filósofo para esta área específica.

2. A *Royal Society* e a astrologia

Sabemos que membros da *Royal Society* se dedicavam à astrologia. Kenelm Digby acreditava em influências astrológicas particulares sobre um indivíduo e chegou a fazer sua própria natividade, conservada no *Ashmolean Museum*. Elias Ashmole publicou trabalhos sobre astrologia e alquimia e era amigo pessoal de William Lilly, o astrólogo reconhecido como líder da profissão na época. Ashmole e John Aubrey, ambos membros da *Royal Society*, coletaram de maneira sistemática mapas astrológicos calculados para o momento do nascimento de pessoas eminentes. Trabalharam ao estilo Baconiano, tentando aperfeiçoar a astrologia através de uma cuidadosa e intensa coleta de dados sobre nascimentos a fim de possibilitar interpretações astrológicas confiáveis. Em 1681, estavam empenhados na preparação de uma coleção de natividades de homens importantes. Este procedimento foi a base para a famosa coleção de biografias de Aubrey, a obra intitulada *Brieflives*.

Outros associados, como Seth Ward, consideravam lamentável o fato de pessoas tão cultas quanto Ashmole, acreditarem e se dedicarem a esses assuntos. Ward “perdoava” o que eram, para ele, “pequenos deslizes lamentáveis” dos seus companheiros de instituição, e os desafiava a demonstrar a validade da astrologia.⁷

As minutas das reuniões

A obra *The history of the Royal Society* de Thomas Birch reúne as minutas das reuniões realizadas pela sociedade desde a sua fundação oficial, em 1660, até fins da década de 1680. O que nos interessa aqui não é alguma interpretação dessas minutas que Birch porventura possa ter realizado, mas sim as transcrições em si. Quanto a isso há, sem dúvida, limitações ao uso desse trabalho. Nem todas as minutas das reuniões registradas na época estão transcritas para o trabalho de Birch, mas boa parte delas sim. Houve, então alguma seleção por parte do autor, o que, obviamente pressupõe alguma interpretação. Desse modo, *sempre levando em conta as devidas limitações*, usaremos essa obra de Birch como fonte de pesquisa para estudarmos as investigações realizadas pelos membros da associação naquele período, buscando, em particular, identificar como a astrologia era tratada.

⁷ Ward (1654), pp. 30-1.

THE
HISTORY
OF THE
ROYAL SOCIETY
OF
LONDON,
For the Improving of
NATURAL KNOWLEDGE.

By *THO. SPRAT*, D. D. late Lord
Bishop of *ROCHESTER*.

The THIRD EDITION Corrected.

L O N D O N:

Printed for J. KNAPTON, J. WALTHOE,
B. and S. TOOKE, D. MIDWINTER, B.
COWSE, J. TONSON, R. ROBINSON,
J. WILFORD, and S. CHAPMAN. 1722.

Fig. 2

Essas minutas mostram que eram sugeridos assuntos para investigações.⁸ Ao que tudo indica, no entanto, mesmo os notadamente interessados em astrologia *não parecem ter tentado colocar o assunto em pauta. Isto é particularmente interessante no que diz respeito à astrometeorologia.*

Elias Ashmole colaborou com John Goad em suas pesquisas astrometeorológicas. Bem ao estilo baconiano, Goad e Ashmole, num esforço conjunto, realizaram observações meteorológicas por anos a fio e tentaram relacioná-las a padrões celestes. Mas, ao contrário do que se poderia esperar, não parecem ter tentado levar os resultados de suas pesquisas à associação.

Isto é bastante curioso se notarmos que um dos assuntos de maior interesse da *Royal Society* era justamente a meteorologia. Os associados se esforçavam no sentido de realizar observações sistemáticas de condições meteorológicas, criar e aprimorar instrumentos para registrá-las.⁹

⁸ Birch (1756-57), v. II, p. 11.

⁹ Ver Birch (1756-57), v. III, p. 75 e v. I, p. 222, por exemplo.

Nas minutas não há qualquer alusão a pesquisas sobre possíveis influências celestes terem relação com alterações climáticas na Terra. O mesmo podemos observar no que concerne a outros assuntos tradicionalmente ligados à astrologia. Verificando tópicos como cometas, planetas, marés, pragas e longevidade humana, nada encontramos a respeito de influências astrológicas. Aliás, não há no índice de assuntos desta obra uma entrada para “astrologia”.

Nas investigações sobre grandes pragas não se nota qualquer intenção de atribuir a doença a possíveis influências astrológicas. Nas discussões sobre marés aparecem hipóteses como centros de gravidade compostos para Terra e Lua, mas nenhuma influência astrológica é cogitada.¹⁰

Verificando ainda o que diziam sobre planetas, cometas e eclipses, pudemos constatar que nenhum interesse em relação a pesquisar possíveis influências astrológicas é manifestado. Preocupavam-se em aprimorar telescópios e observar as distâncias entre os planetas, suas características, satélites e paralaxes. Propunham hipóteses sobre a natureza dos astros. Os mundos sub e supra lunares pareciam cada vez mais semelhantes diante das novas conclusões.¹¹

A linguagem empregada nos registros é puramente descritiva e restrita ao ponto de vista da astronomia. Os pesquisadores estavam fundamentalmente preocupados com aspectos observacionais.

As minutas revelam como outro grande foco de interesse as observações de eclipses e discussões sobre movimentos e natureza dos cometas. É interessante notar que *em nenhum caso sugere-se que esses eram presságios divinos e traziam consigo influências astrológicas.*

A minuta de um dos encontros nos mostra claramente o interesse dos associados, em contraposição àquilo que não lhes interessava:

O senhor Cluverus trouxe dois trabalhos impressos do senhor Sarotti, impressos na Itália, sobre o cometa. Um deles que estava em latim foi lido, mas consistia em sua maior parte de previsões; após a leitura notou-se que o outro também consistia na mesma coisa e contém muito pouco ou nada de observação considerável.¹²

Apesar do florescimento e popularização da astrologia na Inglaterra, esse ramo de conhecimentos, segundo nos apontam as minutas, não era discutido nas reuniões. Em contraposição, não se encontra nas minutas uma posição oficial explícita em relação à astrologia.

¹⁰ Birch (1756-57), v. III, p. 69 e v. II, p. 93.

¹¹ Birch (1756-57), v. III, pp. 192 e 391 e 459.

¹² Birch (1756-57), v. IV, p. 66; grifo meu.

A história oficial

Em busca de informações sobre o tratamento dado à astrologia pela então recém-fundada *Royal Society* outra fonte material pode nos ser relevante. A obra *The History of the Royal Society*, de Thomas Sprat, foi concretizada para marcar o estabelecimento da instituição com o aval do Rei Charles II. Este trabalho não deve ser entendido como representativo exclusivamente das idéias do seu autor, mas sim da “instituição *Royal Society*” que se permitiu representar por ele. Como demonstra a historiadora Margery Purver, a produção desse trabalho foi amplamente supervisionada por comitês internos, de modo que o texto apresentava a atitude oficial da instituição em relação a vários assuntos.¹³

Sabemos, é claro, que nem sempre há unanimidade entre participantes de uma associação em relação aos assuntos. No caso da astrologia e as atitudes dos membros da *Royal Society* isso é marcante, como se nota no presente artigo pelos casos já comentados de John Aubrey, Elias Ashmole e Seth Ward. O livro de Sprat, portanto, não dava conta dessas diferenças individuais, mas, como veremos, manifestou explicitamente uma atitude oficial da associação em relação à astrologia. Analisando o trabalho de Sprat estamos em busca justamente dessa atitude oficial da *Royal Society*. Além disso, pode-se especular se certos comentários gerais apresentados pelo autor poderiam ou não ser aplicados à astrologia.

Uma das preocupações explícitas de Sprat era que a linguagem empregada pelos pesquisadores fosse a mais simples, clara e concisa possível, evitando a linguagem rebuscada, segundo ele, desafiadora da razão.¹⁴ Também naquela época o astrólogo William Lilly parecia reagir, tal qual a *Royal Society*, à utilização de um estilo rebuscado e incompreensível.¹⁵

Podemos dizer, portanto, que a crítica de Sprat, embora aplicada ao escolasticismo das universidades, muito provavelmente seria estendida pela *Royal Society* à astrologia.

¹³ Ver Purver (1967).

¹⁴ Sprat (1664), p. 113.

¹⁵ Lilly (1647), To the Reader. O astrólogo William Lilly *não era membro da Royal Society*. Procuramos aqui apenas especular sobre como o astrólogo, considerado líder de sua profissão na época, reagiria a certos comentários presentes no trabalho de Sprat, caso esses fossem dirigidos à astrologia.

Sprat recomendava que estudos sobre “a *Razão*, a *Compreensão*, os *Temperamentos*, a *Vontade* e as *Paixões* dos Homens” só fossem realizados *depois* de grande conhecimento da parte física humana.¹⁶

Se tomarmos por base esses comentários não podemos dizer que a *Royal Society* rejeitava inteiramente o estudo da astrologia judicial. Esta não só se referia a questões a serem temporariamente deixadas de lado segundo a instituição, como inclinações e temperamentos humanos, como também procurava analisar aspectos físicos como doenças, por exemplo.

Se a astrologia poderia sim ser um meio para investigar esses aspectos físicos, por que então ignorá-la? E mais, por que ignorá-la se a própria *Royal Society* recomendava que os pesquisadores não deviam se restringir a uma determinada “Arte de Experimentação”, e era imprescindível “nunca ser limitado por Regras”, mas sim “manter-se livre” na investigação?¹⁷

Mas seria a astrologia um dos caminhos permitidos, se Sprat considerava que as diferenças de opinião nas reuniões eram facilmente administradas porque “não poderiam se basear em Termos de Especulação, ou Opinião, mas somente nos Sentidos”? A astrologia era adaptável a esse tipo de observação?

Como vemos nas obras de Lilly, o astrólogo julgava que suas conclusões eram sim baseadas em exaustivas observações. Além disso, havia ainda aqueles, como Bacon, que se não consideravam que a astrologia correspondia a essa expectativa, achavam que ela poderia ser reformada para fazer frente a essa questão.

Em sua obra, Sprat deixou claro que eram investigados não só temas de consenso, a respeito dos quais restavam poucas dúvidas. Também davam atenção a questões nebulosas e controvérsias envolvidas por concepções fantásticas.¹⁸

Sendo assim, parece ainda mais relevante a aparente constatação de que a astrologia nem mesmo era assunto em pauta nas reuniões. Não cogitavam nem mesmo a possibilidade de haver na astrologia concepções corretas e incorretas? O assunto não merecia ser estudado a fim de distingui-las?

Se consideravam que a astrologia era assim tão descartável, não valeria à pena tentarem estudá-la a fim de confirmar e fundamentar sua invalidade?

O aparente desprezo por debates sobre a astrologia fica ainda mais intrigante por Thomas Sprat comentar: “Para a *Royal Society* será sempre quase tão aceitável refutar quanto descobrir [...]”¹⁹.

Para o livro de Sprat foram transcritos alguns trabalhos específicos a respeito de eclipses de satélites de Júpiter e da Lua. Nestes não há alusões a

¹⁶ Sprat (1664), p. 83.

¹⁷ Sprat (1664), p. 89.

¹⁸ Sprat (1664), p. 95.

¹⁹ Sprat (1664), pp. 99-100.

possíveis influências astrológicas. Fundamentalmente, propunham métodos para minimizar dificuldades de observação daqueles fenômenos.²⁰

Sinalizava forte preocupação restrita a aspectos observacionais o fato de, *sem implicações do tipo “analisar possíveis influências astrológicas”*, quererem “um Levantamento, Mapa e Tabelas de todas as Estrelas fixas do Zodíaco, tanto visíveis a olho Nu quanto as que podem ser descobertas com um Telescópio”.²¹

Nas várias passagens concernentes a planetas e ao aperfeiçoamento de instrumentos para pesquisa astronômica não há comentários sobre astrologia. Os focos de atenção são aspectos observacionais do ponto de vista da astronomia.

Na maior parte dos trabalhos mencionados não se nota interesse em investigar possíveis influências astrológicas. Em contrapartida, em alguns poucos há sim comentários que parecem sugerir a intenção de verificar essa possibilidade. Esses dizem respeito exclusivamente a fenômenos físicos, como “a Hipótese de movimento da Lua, e do Mar dependendo dele”²².

Há ainda o que parecem ser indagações sobre possíveis influências astrológicas ou ainda referências à medicina humoral, de bases astrológicas:

Q. 7. Se aquelas Criaturas [ostras e caranguejos] que estão nessas Partes engordam, em qualquer estação, na Lua cheia, e emagrecem, em qualquer estação, na nova, e se ocorre o contrário nas Índias Orientais?²³

Ele [o bêtele] elimina da Cabeça os Humores fleumáticos que são evacuados quando se cospe [...].²⁴

A. Há dois Tipos de Árvore Triste; uma é chamada pelos *portugueses Triste de Die*, o outro *Triste de Nocte*; a primeira deixa cair suas Flores no nascer, a outra no pôr do Sol; mas nenhuma das duas perde suas Folhas [...].²⁵

Outro exemplo apresentado por Sprat foi o “Método para se fazer uma História do Clima” de Robert Hooke. Neste sugere-se explicitamente a possibilidade de verificar a ligação entre clima e cometas ou outras aparições nos céus.²⁶

Também bastante interessante é a tabela padrão para os registros. Nela constam posições do Sol e da Lua nos signos zodiacais. Hooke, no entanto, deu a

²⁰ Sprat (1664), pp. 181-9.

²¹ Sprat (1664), pp. 190-1.

²² Sprat (1664), p. 254.

²³ Sprat (1664), p. 161.

²⁴ Sprat, (1664), p. 162.

²⁵ Sprat (1664), pp. 161-3.

²⁶ Sprat (1664), pp. 174-5.

entender que o uso de “Figuras e Caracteres dos Signos comumente usados nos Almanagues” era de conveniente praticidade, e que se podia usar indiferentemente os “Dias do Mês, ou o Lugar do Sol”²⁷. Nada disse a respeito de essas posições implicarem em alguma influência astrológica, embora, curiosamente, parecesse fazer questão de indicar a fase da Lua para cada dia em questão.

the ROYAL SOCIETY. 179
A
S C H E M E,
A T O N E
View representing to the Eye the Observations of
the WEATHER for a Month.

Days of the Month and Place of the Sun. Remarkable Hours.	Age and Sign of the Moon at Noon.	The Quarters of the Wind and its Strength.	The Degrees of Heat and Cold.	The Degrees of Driness and Moisture.	The Degrees of Pressure.	The Faces of visible Appearances of the Sky.	The notable Effects.	General Deductions to be made after the Side is fitted with Observations: As,
14 H 12.4.6	27 ♊ 9.46.	W.	20 3 1/2 16	2 12 1/2 2	5 29 1/10	Clear Blue, but Yellowish in the N. E. clouded toward the S. checker'd Blue.	A great Dew. Thunder, far to the South. A very great Tide.	From the last Q. of the Moon to the Change the Weather was very temperate, but cold for the Season; the Wind pretty constant between N. & W. A little before the last great Wind, and till the Wind rose at its highest, the Quick-silver continu'd descending till it came very low; after which it began to reascend, &c.
15 H 13.4.6	28 ♋ 24.51	W.S.W. 1	7 4 1	9 8 1/2 2	28 1/2 29 1/7	A clear Sky all Day, but a little Checker'd at 4. P.M. at Sunset red and hazy.	Not by much so big a Tide as Yesterday. Thunder in the North.	
16 H 14.37	N. Moon at 7. 25. A. M. II 10. 8.	S.	10	1 10	28 1/2	Overcast and very lowring.	No Dew upon the Ground, but very much upon Marble-stones &c.	
	&c.	&c.	&c.	&c.	&c.	&c.	&c.	

Z 2

DI-

Fig. 3

²⁷ Sprat (1664), p. 176.

Mesmo se alguns trabalhos pareciam investigar possíveis influências astrológicas, não havia nesses alusão ao termo astrologia ou à expressão “influências astrológicas”. O que quer que estivessem estudando nesses casos, não parecia haver intenção de dizer que o assunto tinha relação com a astrologia.

3. A atitude da *Royal Society*

Nem sempre o que é proposto por alguém é levado a cabo por aqueles que dizem ser seus seguidores. A relação entre a *Royal Society* e a astrologia não foi a mesma de Francis Bacon com essa área.

Sabemos que a proposta de Bacon para reformar a astrologia poderia ter sido discutida e tentada pela instituição, caso houvesse dúvidas sobre partes da astrologia e se quisesse diferenciar o que era ou não válido. Mas, embora várias outras idéias de Bacon para o “avanço do conhecimento” tivessem sido colocadas em prática, não parece ter havido, ao menos internamente na *Royal Society*, qualquer tentativa de reformar a astrologia. A instituição também não se dedicou a refutá-la. Era como se o assunto, por alguma razão *não merecesse, não devesse* ou *não pudesse* ser estudado.

Ao que tudo indica, podemos dizer que essa história oficial da instituição, não descarta uma relação entre o céu e os acontecimentos futuros para os homens de maneira geral (e não particular). Isso, no entanto, não *podia* ser estudado.

Deus podia usar os céus como punições exemplares aos vícios humanos, mas dizer-se capaz de interpretá-las não era prudente.

Porque se diz-se a respeito do Julgamento Final que *nenhum Homem sabe o momento em que isso irá ocorrer*, então podemos afirmar também a respeito desses Julgamentos particulares que não há Homem que compreenda as Circunstâncias, ou Ocasões em que são Infligidos; eles são uma das mais profundas partes dos Conselhos impenetráveis de Deus. [...] todas Aplicações particulares a Homens particulares [...] devem ser reprimidas.²⁸

Os pesquisadores, por cautela, deviam lidar apenas com as coisas materiais. Nenhuma filosofia podia atingir a “Parte espiritual e sobrenatural do Cristianismo”, na qual incluía os “decretos de Deus”.²⁹

²⁸ Sprat (1664), pp. 363-4.

²⁹ Sprat (1664), pp. 347 e 354.

Ao que tudo indica, o modo como Sprat, e portanto a *Royal Society*, compreendia a natureza da astrologia, levava-o a julgá-la ser um assunto que fugia à compreensão humana.

Como os decretos de Deus eram impossíveis de compreender, deviam ser duras as críticas aos que, pretensiosamente, ousavam se dizer capazes de fazê-lo:

É, de fato, uma Desgraça para a Razão e a Honra da Humanidade que todos os Humoristas fantásticos devam presumir que interpretam todas as *Ordens secretas do Céu*, e expõem os Momentos, Estações e Destinos dos Impérios, embora ele seja completamente ignorante da mais comum *Obra da Natureza* que está debaixo do seu Pé. [...] [...] nos faz depender de vãs Imagens do seu Poder que são construídas pela nossa *Imaginação*. [...] esta *melancolia*, esta *fragilidade*, este *humor Astrológico* desarma os Corações Humanos, quebra sua Coragem, [...].³⁰

Parecia haver sim algo escrito nos céus, mas interpretar essas mensagens divinas era uma tarefa impossível para o ser humano. A astrologia no sentido de um ramo de conhecimento não existia. Não passava de uma construção humana fantasiosa. Os céus de fato podiam indicar coisas que se referissem à humanidade, mas essas jamais podiam ser compreendidas.

As explicações de Thomas Sprat poderiam ser compreendidas levando-se em consideração comentários do sociólogo Robert Merton sobre a ética puritana: “Outorga-se à razão um lugar cuidadosamente circunscrito. Deus é “irracional” no sentido de que não pode ser medido pela razão humana”³¹. Esta concepção ressaltada por Merton poderia estar relacionada àquela justificativa apresentada por Sprat, que derivaria assim de um dos aspectos da ética puritana.

Deve-se ressaltar, no entanto, que *não havia homogeneidade* entre os membros da *Royal Society* no tocante à religião. Alguns eram puritanos, outros anglicanos (como o próprio Sprat), presbiterianos ou até mesmo católicos. Além disso, a tese de Merton, que relaciona o surgimento da ciência moderna ao puritanismo, foi bastante debatida nas últimas décadas, tendo sido aceita por alguns autores, assim como também amplamente refutada por outros. Como comenta a historiadora Margery Purver, por exemplo: “A suposição de que a *Royal Society* era uma manifestação da ‘ética Puritana’ é refutada pelo testemunho da própria Sociedade, assim como pela sua conduta na prática”³².

Vale notar ainda que o puritanismo não exatamente rejeitava a astrologia. O fato de William Lilly, um dos astrólogos mais influentes do século XVII, ser

³⁰ Sprat (1664), pp. 364-5.

³¹ Merton (1938), p. 426.

³² Purver (1967), p. 152.

puritano demonstra que não havia oposição entre puritanismo e astrologia. Além disso, o próprio Lilly deixou explícito que a astrologia na Inglaterra, praticamente esquecida durante o período Elizabetano, havia ressurgido devido aos puritanos do Parlamento durante o período de Guerra Civil.³³ Curiosamente, o período dos puritanos no poder coincidiu com o período de maior prestígio da astrologia.³⁴

Como a situação política teria mudado com a Restauração, em 1660, vale à pena nos questionarmos se a rejeição à astrologia se dava exclusivamente por motivos religiosos, ou se motivos políticos se agregavam a esses.

Se tomarmos como base a hipótese do historiador Patrick Curry de que estava em curso um processo de marginalização da astrologia³⁵, podemos dizer que a atitude da *Royal Society* em relação à astrologia muito provavelmente convinha aos interesses dos governantes.

Segundo Curry, como havia florescido durante a Guerra Civil e a República, a astrologia acabou sendo identificada com a revolução que culminou com a morte do Rei. As preocupações das elites governantes teriam levado, então, à volta da censura e a fortes ataques à astrologia. Como parte deste mesmo processo social tornou-se moda rir dos astrólogos. Peças teatrais que ridicularizavam a astrologia surgiram neste período.

Na própria obra de Sprat encontramos passagens que ridicularizam a importância dada às previsões astrológicas, o que sabemos terem sido “armas” identificadas com os puritanos.³⁶

Assim, em alguns aspectos, podemos dizer que a atitude da *Royal Society* correspondia aos interesses dos governantes. É interessante notar, no entanto, que não há indícios de que rejeitavam a astrologia por determinação direta do Rei e dos próximos a ele, embora possamos dizer que havia motivos plausíveis para que estes motivassem tal atitude. O pai de Charles II e o Príncipe Rupert, primo dele, haviam sido atacados nas publicações do astrólogo William Lilly em décadas anteriores. Curiosamente Rupert, aparece na história oficial da *Royal Society* como um membro bastante ativo na instituição.³⁷

No entanto, mesmo tendo o Rei sido aclamado como fundador, e a instituição conseguido o título de *Royal Society*, esta, em si, manteve-se alheia a uma posição política e religiosa definida.³⁸ E, ao mesmo tempo, permitia que seus membros professassem livremente crenças religiosas e posições políticas. A

³³ Lilly (1647), To the Reader.

³⁴ Este ponto foi notado por autores que escreveram sobre a história da astrologia no período. Ver, por exemplo, Curry (1989), pp. 47-50.

³⁵ Curry (1989), pp. 47-50.

³⁶ Sprat (1664), p. 362.

³⁷ Sprat (1664), p. 258.

³⁸ Purver (1967), p. 16.

sociedade, como instituição, era uma coisa. Seus membros e particularidades eram outra.

Será, então, que aspectos como religião e política no contexto da *Royal Society* podem nos ajudar a compreender porque era possível que a instituição se comportasse de certa maneira em relação a temas polêmicos, enquanto seus membros em particular se comportavam de maneira diferente? Não havia problema se queriam estudar ou aceitavam a astrologia fora da *Royal Society*, mesmo que esses assuntos polêmicos, seja lá por quê motivo, não fossem tópicos para discussão?

Sabemos que o afastamento de uma instituição desse tipo de discussões políticas e religiosas era mesmo apregoado por Francis Bacon. Entretanto, o mesmo não se pode dizer em relação à astrologia.

4. Considerações finais

A *Royal Society* não admitia ter interesse em estudar astrologia e nem parecia empenhada em realizar alguma reforma nesse ramo de conhecimentos, ao contrário de áreas como a medicina em que parecia seguir ensinamentos de Francis Bacon. Também não parecia interessada em refutar a astrologia ou criticar alguns de seus pontos. Por outro lado, questões como a relação entre fases da Lua e o clima ou mesmo a conformação corpórea de animais marinhos aparecem sim em trabalhos apresentados à instituição, ainda que não mencionadas como “influências astrológicas”.

Compreender esta atitude é uma tarefa árdua, e que deve levar em conta a conjugação de diversos fatores numa época de intensa efervescência política, social, religiosa e intelectual. Alguns desses fatores foram aqui brevemente discutidos.

Bibliografia

- Bacon, F. (1976), *Of the dignity and advancement of learning* (1605), em James Spedding (ed.), *The works of Francis Bacon*, Boston: Taggard and Thompson.
- Birch, T. (1968), *The history of the Royal Society of London [1756-57]*, New York: Johnson.
- Curry, P. (1989), *Prophecy and power: astrology in Early Modern England*, Cambridge: Polity.

- Ferreira, J. M.H (2005), *As influências celestes e a Revolução Científica: a astrologia em debate na Inglaterra do século XVII* (Tese de doutoramento em Filosofia), São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Lilly, W. (1985), *Christian Astrology* [1647], London: Regulus.
- Melton, J. (1620), *Astrologaster, or the figure-caster*, London: Bernard Alsep.
- Merton, R. (1938), "Science, technology and society in Seventeenth Century England", *Osiris* 4, 360-632.
- Purver, M. (1967), *The Royal Society: concept and creation*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Sprat, T. (1722), *The history of the Royal Society of London* [1664], London.
- Thomas, K. (1973), *Religion and the decline of magic*, Harmondsworth: Penguin.
- Ward, S. (1654), *Vindiciae Academicarum*, London.

Individualidade de objetos físicos e lógica*

Décio Krause
Grupo de Lógica e Fundamentos da Ciência
Departamento de Filosofia
Universidade Federal de Santa Catarina

Introdução

Dentre as várias questões conceituais apresentados pela física quântica à discussão filosófica sobre os fundamentos da física, está aquela que diz respeito ao *objeto físico*. Trata-se de uma questão notadamente filosófica, posto que os físicos, em geral, adotam uma postura parecida à de Steven Weinberg (1993, p. 175) para quem (tradução livre)

a finalidade da física em seu nível mais fundamental não é descrever o mundo, mas explicar porque ele é do jeito que é.¹

Ou seja, questões lógicas e ontológicas acerca das teorias físicas não teriam importância direta em seu trabalho. Mesmo assim, vários foram os autores, dentre eles notáveis físicos como Schrödinger, Heisenberg, Born, Bohr e outros que, ao longo de mais de 80 anos, apontaram para possibilidade de um ‘novo objeto’, com características em muito diferentes daquelas apresentadas pelos objetos com os quais lida a mecânica clássica (relatividade incluída).

Mesmo tendo em conta que a física quântica, devido ao indeterminismo, possa ter abandonado a descrição de processos individuais (com o que não concorda Howard, por exemplo; ver seu 1985), de qualquer forma, o *discurso* da física, em especial o filosófico, refere-se a *entidades* de algum tipo (partículas, ondas, ou o que quer que seja), querendo com isso fazer referência, por exemplo, àquelas entidades que deixam marcas em anteparos e que são objeto de vários experimentos. Cabe portanto mais ao filósofo a discussão desse ‘novo objeto’, em

* Este trabalho baseia-se em partes de French & Krause 2006. Agradeço a Steven French pela colocação precisa de vários pontos aqui discutidos, bem como ao parecerista, por suas interessantes e precisas sugestões.

¹ “[T]he aim of physics at its most fundamental level is not just to describe the world but to explain why it is the way it is.”

especial o tratamento de questões que dizem respeito aos conceitos de identidade, individualidade e distinguibilidade a ele relacionados. Algumas das questões clássicas associadas a esses conceitos têm sido recolocadas na literatura recente a respeito dessas 'novas entidades', com como por exemplo as seguintes:

- (1) O que confere individualidade aos objetos físicos?
- (2) O que confere distinguibilidade a tais objetos?
- (3) O que confere identidade trans-temporal aos objetos físicos?

A primeira pergunta é aparentemente respondida da seguinte forma: nada, já que os objetos quânticos (pela falta de melhor palavra) não têm individualidade. Características como spin, massa, etc., servem para classificá-los em certas espécies, mas não como *indivíduos*. Ora, como então falar deles? A segunda pergunta repercute no fato de que, em certas circunstâncias, os objetos quânticos podem ser distinguidos pela sua posição espaço-temporal, mas tão logo se aproximem razoavelmente, essa distinguibilidade é 'perdida', não havendo identificação ao longo do tempo. Mas, se eles não têm individualidade, o que há a perder? Que relações há entre esses conceitos? É possível que uma resposta a (1) responda também (2) e (3), mas insistiremos que há distinções conceituais envolvidas, a mais importante sendo aquela entre individualidade e distinguibilidade. Neste texto, abordaremos aspectos da questão (1) apenas, ainda que toquemos por alto na segunda.

1. Teorias da individualidade

Na discussão geral, pode-se abordar a distinção apontada acima enfocando a particularidade e não instanciabilidade dos indivíduos, em contraste com a universalidade e instanciabilidade de seus atributos. A primeira pertenceria a algo, algum *princípio de individualidade*, como é freqüentemente chamado, que seria 'interno' ao indivíduo no sentido de ser associado e ele somente. A segunda envolveria as relações que o indivíduo tem com outros particulares e seria portanto de algum modo 'externa' a ele.

Um modo de articular esta distinção é a possibilidade de haver um mundo possível no qual haja somente uma entidade. Então não haveria sentido em querer distinguir *esta* entidade de *outras*, mas mesmo assim ela poderia ser considerada como um indivíduo. Exemplos como este não são isentos de problemas. Com efeito, Hacking tem insistido que a especificação de mundos possíveis deve fazer referência a uma estrutura espaço-temporal como parte de tal mundo (Hacking 1975). Se isto é aceito, então deve-se insistir no ponto de que a distinguibilidade,

aqui entendida em termos das relações entre uma entidade e a estrutura espaço-temporal 'externa' a ela, e a individualidade, não podem ser conceitualmente divididas. Com efeito, isto demandaria uma necessária consideração acerca dos mundos possíveis, das formas como esses conceitos são articulados e das relações entre possibilidades lógicas e físicas, uma das quais o próprio Hacking tem articulado (ver French & Krause 2006, p.6).

Como dito, pode ser que, dentro de um ponto de vista filosófico particular, aquilo que confere individualidade a uma entidade torne-se a mesma coisa que lhe confere distinguibilidade das outras entidades. Nota-se que há pelo menos uma distinção conceitual envolvida. Respostas à questão (1) podem ser grosso modo divididas em dois tipos: (a) as que apelam para algum subconjunto ou 'pacote' (*bundle*) de propriedades de uma entidade e (b) aquelas que apelam para 'alguma coisa a mais', para além dessas propriedades (Quinton 1973). Consideraremos cada uma delas isoladamente.

'Princípios' de individualidade que envolvem coleções, ou pacotes (*bundles*) de propriedades ou atributos devem encarar o problema da instanciabilidade múltipla, que pode ser expressa pela questão adicional: o que garante que alguma outra entidade não possa possuir o mesmo conjunto ou subconjunto de propriedades? Uma falha em garantir este ponto pode ser desastroso para esta abordagem. Uma resposta seria invocar algum conjunto, ou subconjunto de propriedades, o qual conjuntamente com algum princípio adicional garante que nenhuma outra entidade possa possuir o mesmo conjunto ou subconjunto de propriedades. Assim, podemos considerar que dentre as propriedades relevantes estejam as espaço-temporais e invocar uma *hipótese da impenetrabilidade* (HI) para garantir que duas entidades não possam ocupar a mesma localização espacial ao mesmo tempo. Esta é a resposta comum a esta questão não somente em filosofia, mas também na física clássica, como se sabe, em termos da unicidade de trajetórias. Mais geralmente, a garantia requeridas tem sido posta pelo Princípio da Identidade dos Indiscerníveis (PII), que remonta a Leibniz, o qual assegura que não podem haver dois ou mais indivíduos com todas as propriedades relevantes em comum.

O PII ocupa uma posição chave no debate entre aqueles que insistem em que o mundo é composto unicamente de puras qualidades e aqueles que aceitam algum elemento constitutivo individualizador, mesmo que de origem metafísica. Sem surpresa, tem havido um debate considerável a respeito de seu status. Por outro lado, o PII tem sido considerado como necessário, no sentido de que a suposição de que possam haver duas coisas com exatamente as mesmas propriedades é auto-contraditória, indicando que o PII não é compatível com tal

suposição. O próprio Leibniz sugeriu que o PII segue de sua 'noção completa de um indivíduo', de acordo com a qual a noção de um indivíduo contém todos os predicados que o indivíduo possui. Como usualmente se aceita, dois indivíduos não podem ter a mesma noção completa ou, equivalentemente, o mesmo conjunto de propriedades. Tal visão motiva a teoria dos pacotes de propriedades, uma vez que efetivamente relega a individualidade a um conjunto (completo) de propriedades.

Em outros locais, argumentou ele que o PII segue do Princípio da Razão Suficiente, desde que se há dois objetos indiscerníveis, eles deveriam ter sido criados em diferentes locais, mas Deus não teria qualquer razão para escolher entre as duas alternativas que surgem da consideração de uma possível permutação desses dois objetos.² Isto sugere que o PII deva ser tomado como contingente e Leibniz apresenta a bem conhecida imagem de alguém procurando no jardim, incapaz de encontrar duas folhas exatamente semelhantes. À questão de Clarke de que, no entanto, podemos imaginar esses dois objetos como indiscerníveis, Leibniz responde que uma tal situação não constitui uma possibilidade 'genuína', sugerindo que a distinção necessário/contingente é talvez excessivamente grosseira para esta forma de metafísica (para referências, ver French & Krause 2006).

Deixando de lado a exegese histórica, constatamos que há vários argumentos bem conhecidos que sustentam que o PII não pode ser necessário, baseados em imagens similares à de Clarke. Sob a pressão desses argumentos, os defensores do princípio têm mantido uma postura não tão forte de que ele é apenas contingentemente verdadeiro e que, mesmo se não for mais considerado como uma verdade metafísica a priori, pode ser ainda um princípio metodológico útil (French 1989).

2. O papel da identidade dos indiscerníveis

Indiscernibilidade ou, equivalentemente, indistinguibilidade, é aqui entendida em termos do partilhamento (na medida em que isso é entendido) pelos indivíduos (na medida em que este conceito seja entendido) das propriedades relevantes. A questão do que seriam essas propriedades relevantes obviamente assume uma importância crucial e diferentes formas do PII podem ser conceitualmente delineadas dependendo de quais sejam escolhidas. Reescrevendo-

² A palavra 'se segue' deve ser entendida com cautela. A menos que se formalize esses conceitos, a derivação não é formal. Assim, a derrogação do PII não implica, em princípio, a derrogação do Princípio da Razão Suficiente, inclusive porque deveríamos assumir que a lógica é a clássica, o que também não é claro.

o em uma linguagem de segunda ordem com igualdade, o PII pode ser expresso assim:

$$\forall F(F(a) \leftrightarrow F(b)) \rightarrow a = b$$

onde a e b são termos individuais e F é uma variável que percorre a coleção dos atributos possíveis desses indivíduos. A questão é: que tipo de atributos podem ser incluídos no domínio de F ?

Se o atributo 'ser idêntico a a ', que é certamente verdadeiro para a , estiver incluído no domínio da variável F , então PII é um teorema da lógica de segunda ordem.³ Assim, filosoficamente, o PII seria ou verdadeiro ou vácuo. No entanto, um tal entendimento não deixa de ser problemático. Barcan Marcus (1993, p. 2), por exemplo, equivocou-se ao dizer que

indivíduos devem existir antes de entrarem em relações, mesmo em relações de auto-identidade.

Com efeito, falar em 'entrar em' é equivocado nesses casos pois esta expressão parece indicar quando um indivíduo 'entra em' uma relação que possa partilhar com outros (como parentesco), mas não no caso da relação de identidade consigo próprio. No primeiro caso, a relação pode ser formada somente quando há mais de um indivíduo e o estabelecimento da relação é posterior, conceitualmente falando, à existência dos indivíduos. Isso se reflete na matemática usual, na qual relações, em teorias extensionais de conjuntos (com alguma forma de axioma da fundação), podem ser formadas unicamente após os elementos a serem relacionados terem sido especificados. No segundo caso, entretanto, a existência do indivíduo e o estabelecimento da auto-identidade estão no mesmo nível, de forma que não se pode imaginar a possibilidade de uma sem a outra. Um indivíduo é então conceitualmente ligado à sua auto-identidade de um modo que não ocorre com as demais relações (e é talvez por isso que a identidade é relegada como sendo não problemática).

Deixando a auto-identidade de lado por um momento, e dando atenção ao domínio do quantificador na formulação do PII, constatamos que diferentes formas do PII podem ser delineados, dependendo dos atributos F que são considerados

³ Na abordagem formal que desenvolvemos (French & Krause 2006), é levada em conta a possibilidade de que a propriedade "ser idêntica a a " é excluída do rol de propriedades possíveis. Ver a última seção deste artigo.

(cf. French 1989). A forma mais fraca, PII(1), estabelece que não é possível haver dois indivíduos possuindo *todas* as propriedades e relações em comum, enquanto que o PII(2) exclui deste conjunto aquelas que podem ser descritas como espaço-temporais. Uma forma mais forte ainda, denotada PII(3), inclui somente propriedades monádicas, não relacionais.

Em geral, tem-se a impressão de que PII(1) deve ser necessário, desde que dois indivíduos não podem possuir exatamente as mesmas propriedades espaço-temporais ou partilhar de exatamente as mesmas relações espaço-temporais, enquanto que as demais formas nada mais são do que tipos de ‘indistinguibilidade relativa’ (da Costa & Krause 1994). Entretanto, se quisermos manter o PII na forma acima, ou seja, levando em conta toda e qualquer propriedade, para que a indiscernibilidade não implique a identidade, a mencionada distinção deve envolver o argumento da impenetrabilidade como uma premissa implícita, mas o status deste último é controverso na física quântica, devido à possibilidade de estados de superposição. Além do mais, tanto PII(1) como PII(2) admitem relações, e portanto conduzem à conclusão de que estas podem conferir individualidade. Muitos filósofos disputam vigorosamente esta questão com o argumento de que, desde que relações pressupõem diversidade numérica, não podem ser tomadas desta forma. Se tais argumentos são aceitos, então os PIIs (1) e (2) devem ser ambos abandonados e somente a forma forte deve ser admitida, com a variável *F* percorrendo unicamente propriedades monádicas. Com efeito, esta exclusão de relações do conjunto de propriedades aplica-se unicamente para aquelas que são relacionais irreduzíveis (a monádicas). É comum aceitar que o próprio Leibniz acreditava que todas as relações --particularmente as espaciais-- poderiam ser reduzidas a propriedades monádicas, portanto colapsando todas as formas do princípio em PII(3). A importância dessa distinção está em que há a possibilidade da física atual nos apresentar exemplos de tais relações irreduzíveis, mas não trataremos desta questão aqui.

Os PIIs (2) e (3) não dependem da hipótese da impenetrabilidade, e assim é possível eliminar um deles, ou ambos, sem ter que abandonar esta hipótese. Exemplos de indivíduos que são indistinguíveis no sentido de possuírem em comum um conjunto de propriedades não espaço-temporais seria obviamente suficiente para mostrar que PII(2) é contingentemente falso. Entretanto, o uso dos mesmos contra-exemplos para similarmente refutar PII(3) requer alguma demonstração de que as propriedades em questão são verdadeiramente monádicas. Isto origina questões interessantes no contexto de como consideramos propriedades em física, mas de novo não trataremos dessa questão aqui.

Como dissemos, a visão da 'bundle' individualidade necessita de alguma forma do PII para garantir a individualização. Mudando para a asserção de que o PII é contingentemente verdadeiro, este ponto de vista fica em uma situação precária e surge o convite para uma consideração da natureza física do mundo no qual ela é suposta valer.

3. Individualidade 'transcendental'

Princípios de individualidade que invoquem algo para além das propriedades de uma entidade são exemplos do que Heinz Post (1963) chamou de 'individualidade transcendental' (IT). Como introduzida originalmente, esta noção é algo ambígua. O exemplo dado é o de alguém que perde o seu guarda-chuva e que constata em um local de achados e perdidos que há um certo número de guardas-chuva indistinguíveis ao seu, no sentido de terem as mesmas propriedades não espaço-temporais em comum, como arranhões e marcas. Ainda assim, há sentido na pergunta: 'Qual é o *meu* guarda-chuva?'. A individualidade, é argumentado, reside em algo que está para além das propriedades em termos das quais os guardas-chuva são considerados indistinguíveis.

Colocado desta maneira, um candidato para esta IT seria o já mencionado conjunto de propriedades espaço-temporais, ou algo que as implique. Com efeito, poderíamos determinar qual é o nosso guarda-chuva, pelo menos em princípio, reconstruindo sua trajetória espaço-temporal e seguindo-a de trás para frente, chegando até o momento em que ele estava em nosso poder. Esta é basicamente a suposição que faz a física clássica com os 'seus' objetos. Obviamente, um tal critério para determinar a continuidade espaço-temporal falharia se HI (impenetrabilidade) fosse violada, como parece ocorrer na física quântica. Este ponto de vista, que pode ser encontrado nas reflexões filosóficas acerca da física clássica, é denominado de 'individualidade espaço-temporal' (IET). Esta visão convida a uma especulação acerca da natureza do alicerce espaço-temporal que se necessita pressupor. De um ponto de vista relacional acerca do espaço e do tempo, as localizações dos indivíduos físicos envolvem relações com outros indivíduos, e uma circularidade aparece neste contexto. Isto pode ser evitado invocando-se um conjunto privilegiado de *continuants* em referência aos quais todas as outras coisas são individualizadas. Então, a natureza deste privilegiado conjunto é que deve ser explicada e o perigo de que a IET colapse em alguma outra forma de individualidade não pode ser descartada. Alternativamente, a circularidade poderia ser quebrada adotando-se uma visão absolutista do espaço e do tempo, no estilo Newtoniano, de acordo com a qual as propriedades e relações espaço-temporais das coisas físicas seriam reduzidas a propriedades dos pontos no espaço-tempo.

Isto, porém, requer uma explicação sobre o que conferiria individualidade a esses pontos. Todas essas questões são relevantes e não há respostas prontas.

Como uma alternativa para a IET, poderíamos tomar a noção à qual Post se refere como algo 'transcendendo' *todas* as propriedades de um objeto, incluindo as espaço-temporais. Historicamente, vários candidatos foram propostos para este 'algo', e mesmo modernamente recuperam-se conceitos como 'haecceity' (hecceidade), 'primitive thisness', 'unidade fundamental' e 'substância'. Tendo já destacado a localização espaço-temporal, reservaremos agora a abreviação IT para descrever essa totalidade de candidatos. Isso obscurece as diferenças entre eles, mas o que é importante para os nossos propósitos é a idéia central de que a individualidade é conferida por *algo* para além das propriedades; a natureza metafísica deste 'algo' sendo por ora de menor importância (Locke referia-se a um "eu não sei o que é", cf. French & Krause op.cit.).

Esta resposta à questão (1) deve responder ao *problema da descrição*: se a descrição, em sua forma positiva, envolve listar os atributos, como podemos descrever aquilo que os 'transcende'? Tudo o que podemos fazer, parece, é descrever este 'algo' em termos negativos, como fez Locke. Filósofos de tendência empirista, como van Fraassen (1991), não são afeitos a essa noção e preferem uma resposta em termos de um pacote de propriedades. O status do PII torna-se então crucial, assim como a lógica (incluindo a matemática) envolvida no processo, tendo em vista que alguma forma do PII ser um pressuposto da lógica tradicional.⁴

Formalmente, podemos contornar o problema da descrição introduzindo nomes próprios ou rótulos, como *a*, *b* etc., para designar os indivíduos, com os predicados representando propriedades, como fizemos na caracterização do PII acima. Como é bem sabido, o modo como entendemos esses nomes ou rótulos é filosoficamente controverso. Dito de modo breve, a teoria 'descritivista' insiste que os nomes próprios são nada mais do que descrições definidas abreviadas, uma visão que se coaduna bem com as teorias de pacotes. A teoria da 'referência' por outro lado argumenta que os nomes próprios simplesmente se referem a objetos e que a atividade de nomear é prévia à de descrever, um ponto de vista que pode ser posta lado a lado com a IT. Por outro lado, o ponto de vista 'causal' acerca dos nomes tenta conciliar elementos das duas outras argumentando que os nomes se referem a objetos, mas que sua referência é inicialmente estabelecida por um batismo descritivo a partir do qual a cadeia causal se estende para os usos do

⁴ Como temos argumentado em vários trabalhos, a lógica e a matemática tradicionais são "leibnizianas" por aceitarem a identificação entre indiscernibilidade e identidade (ver French & Krause op.cit.).

nome. Novamente, frisamos que não iremos adentrar aqui nos prós e contras dessas visões, limitando-nos a apontá-las.

4. Tratamento formal

Tendo delineado algumas das questões envolvendo a busca por um 'princípio de individuação', consideraremos agora a questão de como podemos expressar a noção de 'não-individualidade' em termos formais. O problema é óbvio: se este algo 'transcendental', ou o que quer que seja, é literalmente indescritível, como podemos encontrar um modo de exprimir a sua ausência? Um modo de sair deste dilema é entender a noção acima de uma 'thisness' primitiva em termos da *auto-identidade*. A idéia é aparentemente simples: o que torna um objeto um *indivíduo*, o que confere sua 'thisness' fundamental é a identidade com ele mesmo. Assim, *não-indivíduos* seriam objetos para os quais a identidade, em particular a auto-identidade, não se aplica. Sustentando esta posição, mostramos em vários trabalhos que a noção de não-individualidade, típica da mecânica quântica, pode ser capturada por contextos formais nos quais a identidade não é bem definida em todas as situações, por meio das lógicas de Schrödinger (e.g., da Costa & Krause 1994) e da teoria de quase-conjuntos (e.g., Krause 1992, 2003), que procuram captar essa intuição (para detalhes, ver French & Krause 2006).

Esta íntima relação entre individualidade e identidade também tem sido relacionada a uma outra noção, a contagem. Assim, Lowe (1994, p. 536) caracteriza um indivíduo tendo em vista que:

um objeto é diferenciado de outros de sua espécie de tal forma que eles podem constituir uma *pluralidade contável*, com cada membro dessa pluralidade contando como justamente *um*, uma *unidade* de sua espécie.

(Recentemente, Lowe modificou este ponto de vista, tendo se referido a 'diferenciados' em vez de 'contáveis').

Além do mais, é uma condição necessária da contagem que (ibidem, p. 536)

os itens a serem contados deveriam possuir condições de identidade determinadas, desde que cada um deveria ser contado justamente uma vez e isso pressupõe que eles sejam determinadamente distintos de qualquer item que é incluído na contagem.

Então, segundo este ponto de vista, se uma pluralidade é contável, as entidades das quais ela é composta devem possuir auto-identidade. Entretanto, 'contável' é um termo ambíguo que pode se referir tanto a um cardinal quanto a um ordinal, e devemos observar que somente o segundo conceito é o que requer que haja distinção entre os itens, e isso está na base da teoria de quase-conjuntos, que leva em conta essa distinção. Conceber a individualidade em termos da auto-identidade nos permite representar apropriadamente sua negação na forma de uma ausência de auto-identidade, que se coaduna com o pensamento de Schrödinger acerca das partículas elementares, explorado em nossos trabalhos.

Referências

- Barcan Marcus, R. (1993), *Modalities: philosophical essays*, Oxford: Oxford University Press.
- da Costa, N. C.A. and Krause, D. (1994), "Schrödinger logics", *Studia Logica* 53 (4), 533-550.
- French, S. (1989), "Why the identity of indiscernibles is not contingently true either", *Synthese* 78, 141-166.
- French, S. and Krause, D. (2006), *Identity in physics: a Historical, Philosophical, and Formal Approach* a aparecer pela Oxford Un. Press.
- Hacking, I. (1975), "The Identity of Indiscernibles", *Journal of Philosophy* 72, 249-256.
- Howard, D. (1985), "Einstein on locality and separability", *Sud. Hist. Phil. Sci.* 16 (3), 171-201.
- Krause, D. (1992), "On a quasi-set theory", *Notre Dame J. of Formal Logic* 33, 402-411.
- Krause, D. (2003), "The mathematics of non-individuality", *Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência* 46, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo.
- Lowe, E. J. (1994), "Vague identity and quantum indeterminacy", *Analysis* 54.2, April, 110-114.
- Post, H. (1963), "Individuality and physics", *The Listener*, 10 October, 534-537. Reprinted in (1973) *Vedanta for East and West* 132, 14-22.
- Quinton, A. (1973), *The nature of things*, Routledge & Kegan Paul.
- van Fraassen, B. (1991), *Quantum mechanics: an empiricist view*, Oxford University Press.
- Weinberg, S. (1993), *Dreams of a final theory*, Vintage.

La racionalidad, ¿una alternativa biológica?

Susana La Rocca[†]

Gladys Martínez[‡]

Grupo ICEM, Universidad Nacional de Mar de Plata

El paradigma biologicista evolucionista

El prestigio adquirido actualmente por el paradigma biologicista evolucionista parece justificar la posibilidad de extender su aplicación al ámbito de lo humano, en busca de una alternativa que favorezca una mejor comprensión de nuestra propia realidad. Una de las vías conducentes a tal objetivo parte de la consideración del hombre como una entidad biológica más, sin admitir ningún tipo de concesiones particularistas. Tal perspectiva resulta de interés para la reflexión filosófica en la medida en que permite explorar notables consecuencias, resultantes de este tipo de aproximaciones.

En el presente trabajo se analizan las implicancias que conlleva una radicalización de la concepción biologicista (accidentalismo), cuando se la aplica a la caracterización de la racionalidad. Se trata de considerar críticamente los fundamentos en los que se sustenta la definición de la “razón humana” como una “alternativa biológica adaptativa que surgiría como resultado de procesos aleatorios.”¹ Los supuestos centrales de esta posición afirman que el hombre, como todo ser vivo, se caracteriza por poseer una dotación genética constitutiva de su genoma o genotipo que se expresa según el medio en que dicha dotación se manifieste. Tal expresión fenotípica en un sentido amplio, se refleja en el comportamiento humano, caracterizado a su vez por el uso de la razón.

En este marco, las actividades cognoscitivas racionales, usadas como estrategias para la resolución de ciertos problemas, serían el resultado de un proceso adaptativo en el que interviene la selección natural y que se corresponde con la fórmula de estabilidad o supervivencia de la entidad que lo posee. En esta línea teórica, lo que se denomina “razón” constituiría una propiedad atípica de ciertos seres (los humanos), es decir, una estrategia adaptativa que habría

[†] laroccasusana@yahoo.com.ar. TE 0223 – 4725462.

[‡] gmtomba@mdp.edu.ar, TE 0223 – 4947734.

¹ Castrodeza 1999, pág. 91.

sustituido al despliegue instintivo general de cualquier otro animal no humano. Esta sustitución de la conducta instintiva por la racional, habría procedido de una mutación, resultando seleccionada y perfeccionada por la selección natural. La tesis defendida entre otros por Carlos Castrodeza, representante del accidentalismo extremo, sostiene no sólo la defensa de una razón biológica en tanto y en cuanto es imposible detectar alguna característica humana por fuera de la biología sino que además esta estrategia adaptativa puede desaparecer a causa de una involución que retrotraiga a los seres humanos a un comportamiento instintivo que es el patrón general al que responden todos los organismos vivos.

Creemos que esta hipótesis fuerte a favor del accidentalismo extremo se asienta sobre supuestos teórico – biológicos discutibles y su naturalización, producto de una perspectiva epistémica y axiológica reduccionista, no puede justificar la biologización y provisoriedad de la razón humana.

Interpretaciones alternativas del paradigma biologicista evolucionista: Esencialismo versus Accidentalismo

Carlos Castrodeza, en *Razón Biológica (1999)* distingue y caracteriza dos posiciones que pueden asumirse ante la instancia de definir el status ontológico del hombre como ser racional: el esencialismo y el accidentalismo.

a- La posición esencialista defendida desde una mirada antropocéntrica y generalmente más aceptable por ello, percibe la diferencia otorgada por la razón como la condición que inserta al hombre en un orden superior en tanto:

El ser humano se diferencia del resto de los seres vivos por cualidades esenciales, estables y universales que le otorga su naturaleza racional

Esta diferencia cualitativa le garantiza un modo particular de supervivencia o permanencia, que lo separa de las otras entidades biológicas.

Esta consideración de la razón, defendida por la versión esencialista del paradigma biologicista evolucionista, se compatibiliza con la concepción tradicional de racionalidad que define sus bases en el pensamiento griego y se expresa clásicamente en el pensamiento aristotélico. El Logos configura la estructura desde donde se sustenta la posibilidad que tiene el hombre de conocerse a sí mismo y a la naturaleza. (Physis) En este supuesto, se funda la capacidad de obtener un conocimiento fundamentado, universal, necesario, etc., fruto de la actividad de la razón como facultad distintiva del hombre.

La idea se refuerza en el pensamiento moderno, en el que el modelo dualista cartesiano refleja la proyección de la racionalidad a un mundo ordenado y determinístico y en la física newtoniana, las leyes que hacen posible el orden del universo físico y también permiten explicarlo, representan la más pura expresión de la razón. Es sin duda en el pensamiento hegeliano, en el que la razón y libertad

se identifican configurando el ámbito del espíritu absoluto, donde el concepto de racionalidad como cualidad diferencial, alcanza su punto culminante. Si bien este idealismo, racionalista dio paso en el S. XIX a una visión positivista y científicista del hombre y del universo, enraizada muchas veces en el paradigma biologicista evolucionista, la razón humana ha seguido siendo considerada como una diferencia cualitativa, desde la cual el hombre funda su posición dominante sobre los otros seres. Esta perspectiva es compartida por las posiciones evolucionistas esencialistas.

b- Para la posición accidentalista en cambio, resulta imposible detectar alguna característica puramente humana por fuera de la biología. El homo sapiens, producto evolutivo de la selección natural, puede usar como estrategia adaptativa tanto la razón como el instinto. Mientras que este último constituye una forma automática de reaccionar, la razón le permite simular diferentes comportamientos, analizar los resultados y elegir el más adaptativo. El accidentalismo sostiene que es el medio quien condiciona el uso de las estrategias de conocimiento y de acción instintivas o racionales. Castrodeza afirma:

“... entre los innumerables modos de resolver la supervivencia. Lo que es preferible lo determinan las circunstancias pero, hay que subrayarlo, sobre una base absolutamente igualitaria. Por ejemplo en los animales, un medio estable propicia un comportamiento automatizado (instintivo), mientras que una situación inestable haría que fuera ventajoso un comportamiento simulado (racional). Desde un punto de vista accidentalista, este último tipo de adaptación no sería superior a la anterior, sería una solución orgánica distinta a un problema de supervivencia diferente.. De hecho al ser la razón un instrumento para estabilizar el medio – mediante la tecnología conveniente – esta operación hará que el medio sea más previsible. De este modo, la razón será una adaptación provisional que se decantará en una solución instintiva, una vez que la inestabilidad ambiental no sea tal”²

En un medio estable, la respuesta más adaptativa de un individuo³ será la conducta instintiva que permite automáticamente reaccionar rápido y eficazmente. Si el medio es inestable o lo suficientemente complejo como para impedir cierta predictibilidad, la estrategia pertinente será la razón puesto que permite la simulación y minimiza los errores. Un efecto muy importante que se asocia

² Castrodeza 1999, pág. 15.

³ ¿En qué se diferenciaría fundamentalmente la razón del instinto? Este último se correspondería con una pauta de reacción comportamental prácticamente automática, o sea como dice la palabra, instintiva, irracional. Mientras que por medio de la razón se toma conciencia de cómo reaccionar. La reacción con la razón de por medio, no es automática sino pensada (retardada) en el sentido en que la acción a llevar a cabo se contempla más o menos concientemente por adelantado.” Castrodeza, (1999) pág. 91.

necesariamente al funcionamiento de la razón, es la aparición de la autoconciencia. Cada individuo para simular el futuro necesita saber que sabe y a partir de este saber, podrá simular el comportamiento de los demás miembros del grupo.

En consecuencia, en el medio estable la selección natural ajusta la adecuación de los organismos hasta lograr comportamientos automáticos eficaces, constituyéndose así los denominados programas cerrados de conocimiento. En medios no estables, la selección natural no tiene tiempo de llevar a cabo ese ajuste automático y la supervivencia del organismo depende entonces del funcionamiento de programas abiertos, caracterizados por el uso de la razón, que prevén soluciones alternativas⁴. Por lo tanto, la razón vale lo mismo que el instinto; lo que importa son los resultados que se traducen en comportamientos adaptativos.

La simulación, que responde al ámbito de la racionalidad, demanda a su vez la constitución de procesos comunicables que en la medida que adquieran sofisticación, posibilitarán su eficacia.⁵ Este mecanismo perfeccionado por la selección natural habría viabilizado la aparición del lenguaje. Cabe admitir que los conceptos de información, conocimiento, adaptación no pertenecen solamente al ámbito humano sino que son aplicables a toda la cadena del ser por lo que en realidad toda actitud humana es, al igual que la de los otros seres vivos, funcional o disfuncional con respecto a la capacidad de supervivencia de su portador. Son las circunstancias las que determinan aquello que debe resolverse y la supervivencia se desarrolla en este sentido sobre una base absolutamente igualitaria

La corriente accidentalista sostiene que el carácter transitorio que se le puede atribuir a la racionalidad se fundamenta en una relación de costo- beneficio. El cerebro humano, que ocupa el 3% del soma, exige un alto consumo energético de alrededor del 20%.⁶ Si el medio se estabilizara, por ejemplo a través de la tecnología, no tendría sentido biológico mantener algo caro cuando ya no se lo

⁴ "... en un organismo animal que en un período de su vida filogenético se hubiera ya encontrado en un medio relativamente estable –el caso general-, se fraguaría mediante la selección natural un comportamiento automático (programa genético. O norma de reacción, cerrada). Ahora bien, si este medio no fuera lo suficientemente estable, una reacción meramente automática no sería viable, porque la reacción que vale para un momento puede que no valga para el siguiente. Es decir hay que simular previamente el comportamiento para su posterior adopción acorde con la variación del medio (norma de reacción, o programa genético, abierto) – o bien extinguirse. Castrodeza, (1999) pág. 92.

⁵ "... una simulación es comunicable y esta comunicación será tanto mejor mientras más eficaz sea el mecanismo para efectuar esa operación. De sobra es sabido que este mecanismo `perfeccionado` por la selección natural, sería el lenguaje." Castrodeza, (1999) pág. 96.

⁶ "Este alto coste sería para Foley la causa por la que la aparición de la razón no haya sido biológicamente rentable salvo en la situación ambiental especial del prehomínido" (la situación a la que se refiere era de alta inestabilidad) Castrodeza, (1999) pág. 96.

necesita, sobre todo teniendo en cuenta que la naturaleza no hace nada en vano.⁷ La razón usada como instrumento para estabilizar el medio y hacerlo más previsible (mediante la tecnología conveniente) conspira contra su propia permanencia.

Dentro de este marco es posible inferir, así lo cree Castrodeza, que la razón en tanto adaptación provisoria, se decantará posteriormente en una solución instintiva que constituye la estrategia generalizada de todos los organismos vivos en medios estables. En consecuencia, si la racionalidad humana es el resultado de una adaptación accidental que no puede sostenerse como un factor adquirido para siempre, tampoco puede constituir la nota esencial que diferencie al hombre de los otros seres vivos.

Consecuencias de sostener la posición accidentalista

La posición accidentalista considera que toda característica humana, también la razón, es una propiedad fenotípica sujeta a los designios de la selección natural. Esta posición extrema de reduccionismo biológico conlleva una serie de consecuencias entre las cuales es posible señalar:

El homo sapiens es un accidente puesto que no todos los pasos evolutivos previos desembocaron en él. Cada “eslabón anterior era un producto final en el sentido en que estaba adaptado a su propio medio, independientemente de toda consecución futura.”⁸

La cultura es una expresión de la biología, como todos los comportamientos de los seres vivos, y este hecho no permite establecer una diferencia sustancial entre la cultura científica y la humanística.⁹

La ética de la supervivencia del más apto es el resultado del proceso evolutivo y no se puede ir contra ella. En esta interpretación del darwinismo no hay falacia naturalista, sólo hay naturalismo, Se es sólo lo que se puede ser.¹⁰ El deber ser está condicionado a lo que se puede ser.

La epistemología está supeditada al imperativo biológico de conseguir poder para sobrevivir, es por ello que cualquier actitud epistemológica no naturalizada puede considerarse una ficción y calificarse de esencialista. Si bien la axiología, la ética y la política son bases justificatorias para conseguir el poder que da el conocimiento no sería necesario prescindir de ellas; construir una nueva

⁷ Castrodeza, (1999) pág. 97.

⁸ Castrodeza, (1999) pág. 70.

⁹ Castrodeza, (1999) pág. 157.

¹⁰ Castrodeza, (1999) pág. 33.

epistemología basada en premisas biológicas y desarrollar los aspectos biológicos de la metodología de la ciencia resultaría circular e irrelevante¹¹.

La supervivencia no sólo nos indica que debemos aferrarnos al *modus ponens* sino también a la falacia de afirmación del consecuente que aunque lógicamente reprobable es perfectamente funcional y necesaria para la práctica científica.

La verdad o la realidad son concepciones vacías de contenido. Desde el punto de vista biológico del accidentalismo todo es perspectivismo, hablar de realismo o antirrealismo no tiene sentido.¹²

Desde la perspectiva accidentalista el proceso evolutivo no implica una situación progresiva puesto que los organismos o bien están en equilibrio entre sí (en simbiosis o en nichos que no se solapan) o bien en una situación de desequilibrio (relación general entre parásito – huésped). Además el proceso de selección natural/ cultural o bien rompe equilibrios, extinguiendo especies o bien los instaure/ restaure permitiendo la aparición o continuación de especies.¹³

La supervivencia condiciona todo la esfera emocional. Se está programado para sobrevivir y salvo que los replicadores de los otros lo parasiten o reemplacen, el individuo intentará hacerlo. *Lo demás es predicar el amor fraternal en el vacío biológico.*¹⁴

En este contexto la razón humana es sólo razón biológica

Críticas a la posición accidentalista

Las posiciones evolucionistas no tendrían problema en aceptar que el hombre ha podido ser un “accidente” evolutivo. Pero esta posibilidad no explica las notables diferencias que existen entre los animales humanos y no humanos.

El fenómeno de la autoconciencia, aunque pueda fundarse en cambios evolutivos, hace muy singular el comportamiento humano en relación a dos aspectos relevantes: el conocimiento racional y la conducta ética.

La epistemología en tanto pretende explicar los problemas relativos al conocimiento científico, que se ha instalado en la cúspide del conocimiento racional ha buscado establecer criterios que orienten tanto la evaluación como la justificación de los enunciados científicos asumiendo así un carácter normativo

¹¹ Castrodeza, (1999) pág. 57.

¹² “Los organismos tendríamos un `modo de acción` para sobrevivir, Y decir que este modo de acción nos conduce a la Verdad más o menos gradualmente o afirmar, incluso que nos aproxima a salvar las apariencias de un modo adaptativo o provisional. (realismo hipotético) no tiene sentido” Castrodeza, (1999) pág. 57.

¹³ Castrodeza, (1999) pág. 77.

¹⁴ Castrodeza, (1999) pág. 106.

que tiene en cuenta objetivos tales como validez, fructividad, fundamentación empírica, simplicidad y otros. Aunque ya no es posible hablar desenfadadamente de verdad, la supervivencia como criterio de justificación de las teorías sobre el mundo parece ser insuficiente. La consideración del desarrollo de la ciencia organizada en hipótesis, teorías, disciplinas, etc. ha puesto en evidencia su carácter histórico, con lo que tal normatividad no pretende imponer criterios absolutos pero sí reflexiones que orienten y sistematicen tales apreciaciones y no meras descripciones adaptativas.

El accidentalismo extremo que no admite una diferencia entre el animal y el animal humano tampoco puede aceptar que la ética reemplace a la ley de la selva donde los más aptos, los elegidos por la selección, los más fuertes siguen adelante abandonando a su suerte a quienes no comparten la misma fortuna y esto que seguirá constituyendo un mal necesario e inevitable, es el resultado de los anhelos egoístas de los genes que perpetúan nuestro interés evolutivo. En última instancia la selección natural, que hace exitosos a unos y elimina a otros no tiene ninguna intencionalidad y es inútil atribuirle culpas. Es correcto que así suceda, sostiene el accidentalismo porque lo "bueno" es lo que sucede "naturalmente". La falacia naturalista aparece en estas posiciones posibilitando consecuencias nefastas para cualquier intento de humanitarismo.

En este contexto es coherente con las posiciones accidentalistas negar la idea de progreso biológico no sólo porque no existiría un criterio evidente desde dónde medirlo, sino también por el carácter aleatorio de las mutaciones genéticas y la inexistencia de un plan evolutivo. Sin embargo es posible pensar y aceptar aún siendo accidentalista en un tipo de progreso parcial, discontinuo, relativo a diferentes criterios evaluativos, ya que la falta de convergencia en la elección de criterios de progreso no impide la selección de algunos en los que la direccionalidad progresiva se manifieste y que han de ser elegidos si permiten entender mejor el proceso evolutivo. El progreso biológico puede ser el resultado de un antropomórfico punto de vista pero no tenemos otro y la coherencia con él no permite tener certezas, tan sólo mejores razones logradas a través de una actitud crítica.

La aceptación de una profunda continuidad entre los condicionamientos biológicos y las conductas adquiridas obliga a revisar una larga tradición que consideran a la cultura, como una dimensión exclusiva y diferenciadora de la especie humana. El accidentalismo, en tanto considera que la cultura es una expresión de la biología. propone un reduccionismo que minusvalora la libertad humana y considera que el comportamiento social y las costumbres de los hombres han surgido necesariamente por evolución natural.

La biología molecular, preponderadamente de naturaleza mecanicista, ha interpretado muchos conceptos biológicos a la luz de conexiones e interconexiones

provenientes sólo de las ciencias duras (física y química). En este marco, las herramientas metodológicas y teóricas usadas por la biología molecular no siempre permiten estudiar a los seres vivos como totalidades determinadas por condiciones multivariadas y pluridimensionales, muchas veces sólo permiten considerarlos como entes fraccionados / reducidos a mecanismos fisicoquímicos. La posición accidentalista es coincidente con las tesis evolucionistas enmarcadas en la perspectiva genético-cuantitativa que adopta el paradigma reduccionista - mecanicista.

Desde ese marco teórico Carlos Castrodeza, exponente máximo del accidentalismo, defiende la estricta naturaleza biológica y provisional de la razón, que supone considerar que el mundo que habitamos es mucho más darwiniano de lo que muchos están dispuestos a admitir. Sus tesis coinciden con el programa de la genética cuantitativa aplicada a la especie humana. Esta, desde una aproximación analítico reductiva, considera a los individuos como conjuntos o agregados de caracteres ignorando el papel que cumplen el desarrollo y la interacción de las partes de un organismo en la adaptación y la eficacia biológica. El estudio aislado de caracteres adolece de un problema de arbitrariedad en la elección de las variables intervinientes lo que puede hacer irrelevante las conclusiones basadas en ellas.

Moya¹⁵ considera que las siguientes tesis de la genética cuantitativa, entre otras, coinciden con la propuesta de Castrodeza.

En poblaciones naturales, la variación de la mayoría de los caracteres aparece en forma de un espectro fenotípico continuo (cuantitativo) y no discreto (cualitativo).

La variación genética subyacente a la distribución continua de un carácter puede ser el resultado de un solo *locus* genético o de numerosos *loci* que interaccionan y producen efectos acumulativos sobre el fenotipo.

La aceptación y extensión de estas tesis al análisis de la razón humana, permiten a Castrodeza defender una continuidad filogenética, desde la cual la aparición de nuestra especie no supone algo radicalmente nuevo; los individuos son conjuntos de caracteres y cualquiera de ellos es susceptible de análisis genético-cuantitativo. *¡También la razón!*

Afirmar que la racionalidad es el producto de una combinación de componentes genéticos y ambientales, sin identificar, ni precisar el número de genes supuestamente implicados en los comportamientos calificados como racionales, sin demostrar que genes afectan la eficacia biológica de los individuos

¹⁵ Moya, A., 2000, págs. 110 – 115.

obligándole a sostener adaptativamente tesis accidentalistas o esencialistas según convenga y sin poder realizar consideraciones cuantitativas sobre que porcentaje del carácter en cuestión es atribuible al genotipo, al medio y/o a la interacción entre ambos, es decir más de lo que la biología permite.

Alternativa emergentista

Puede advertirse, que en el lineamiento propuesto por Castrodeza adquiere relevancia hegemónica el enfoque metodológico cuantitativo en la interpretación de los fenómenos biológicos. Esta perspectiva no parece admitir la posibilidad de la participación de transformaciones cualitativas surgidas de procesos evolutivos discontinuos que remiten a saltos o emergencias. Por lo tanto no puede admitirse que la razón sea una novedad cualitativa.

En este punto, resulta interesante considerar los aportes que, según Mahner-Bunge, 2000¹⁶, realizó la biología evolutiva generando al menos tres conceptos ontológicos importantes: el de *evolución*, el *nivel de organización* (de sistemas o de individuos) y el de *emergencia* de novedades cualitativas (organismos que poseen propiedades radicalmente nuevas). La relación directa de estos conceptos permite conjeturar la hipótesis que afirma que: *nuevos niveles emergen en el curso de la evolución*.¹⁷

El concepto ontológico de emergencia, de radical importancia para explicar algunos aspectos biológicos evolutivos, ha sido muchas veces rechazado a causa de una interpretación incorrecta.¹⁸

Se ha considerado que la emergencia es aquello nuevo que resulta de ensamblar componentes precursores, ignorando el mecanismo que lo produce. Se argumenta que si conociéramos la composición exacta de cada cosa y los vínculos entre sus componentes, la emergencia se vería como lo que realmente es, una ilusión. Se puede objetar esta noción de emergencia advirtiendo que la novedad explicada no es menos nueva que la novedad inexplicada, así como la novedad predicha no es menos nueva que la no predicha (a veces impredecible). Para Mahner- Bunge la objeción tiene asidero cuando se considera el concepto de emergencia sólo desde la perspectiva epistemológica y no desde la ontológica.¹⁹

El concepto de emergencia, introducido por G. H. Lewes (1879) distingue las propiedades resultantes de las emergentes. La propiedad de una totalidad, que es también poseída por algunas de sus partes se considera una propiedad

¹⁶ Mahner- Bunge 2000.

¹⁷ Estrictamente hablando este es un enunciado metafísicamente mal formado... pero se difundió hacia todas las ciencias fácticas....

¹⁸ Ayala 1983, Dobzhansky et al 1977.

¹⁹ Mahner- Bunge, 2000, pág. 46.

resultante. Si en cambio, una propiedad de la totalidad no es poseída por ninguno de sus componentes, se le llama emergente. Por ejemplo la propiedad de estar vivo es una propiedad emergente de las células pero una propiedad resultante de los organismos multicelulares.

En este contexto la emergencia es definida por Bunge:

Represente P una propiedad de una cosa b . P es una propiedad *emergente* de b si y sólo si:

b es una cosa compleja (un sistema), ninguno de cuyos componentes posee P ; o bien

b es una cosa que ha adquirido P en virtud de convertirse en un componente de un sistema (es decir b no poseería P si fuera una cosa independiente o aislada)²⁰

La noción dual de sub emergencia o pérdida de propiedades resulta definible de manera similar, puesto que la emergencia de una propiedad nueva se representa mediante el brote de un nuevo eje en el espacio de los estados, y la sub emergencia mediante la poda de un eje. Los dos conceptos en cuestión aparecen acompañando todos los procesos de desarrollo y evolución.

Desde esta perspectiva, que refiere al concepto de emergencia definido por Bunge, la aparición de la razón podría enmarcarse como un fenómeno emergente no reducible a los niveles físico- químicos - biológicos y su probable desaparición no implicaría necesariamente una involución sino el cambio a otro estado de cosas que también sería un fenómeno emergente. Desde el punto de vista epistemológico es posible considerar como estrategia explicativa²¹ un *reduccionismo moderado*, que posibilite reducir sólo lo que se pueda reducir sin ignorar la variedad y la emergencia.

Los sistemas bióticos han emergido al final de un largo proceso evolutivo prebiótico y su aparición parece responder a un salto evolutivo que autorizaría a afirmar que a veces *natura facit saltus*. El advenimiento de la razón también puede responder a este esquema que posibilita la emergencia de novedades cualitativas.

El concepto ontológico de emergencia ha sido utilizado por Mayr (1982) para argumentar a favor de la autonomía de la biología y creemos que también puede ser usado para contrarrestar la tesis propuesta por el accidentalismo de Castrodeza que sostiene que la razón es sólo una alternativa biológica al patrón general de comportamiento instintivo de los animales.

²⁰Mahner- Bunge, 2000, pág. 47.

²¹ “Las propiedades de los sistemas bióticos entonces no son (ontológicamente) reductibles a las propiedades de sus componentes aunque seamos capaces de explicarlas y predecirlas parcialmente a partir de las propiedades de éstos.” Mahner- Bunge, 2000, pág. 227.

También es importante señalar las limitaciones de la selección natural para dar cuenta de la emergencia de organismos cualitativamente nuevos; ella nada puede hacer si no se produce la variación que será seleccionada. La selección natural es "solo el editor del cambio evolutivo no su autor"²² y es necesario intentar otros abordajes para explicar las novedades sin recurrir a un reduccionismo extremo que se convierte en un callejón sin salida.

Conclusión

Se han señalado algunas de las limitaciones de la posición accidentalista extrema, representada por Castrodeza, en su intento de considerar, a partir de un reduccionismo biológico, que la razón no constituye una novedad cualitativa sino una alternativa provisoria al comportamiento instintivo. Se consideró también la posición emergentista que sin contradecir las tesis de la teoría de la evolución permitiría desde otro lugar considerar la diversidad biológica y la complejidad de algunos fenómenos, no necesariamente humanos, que se niegan a ser explicados reductivamente. Esta posibilidad no demandaría adherir necesariamente al accidentalismo ni al esencialismo en el sentido dicotómico en el que se ha presentado.

Tener dos estrategias adaptativas, instinto y razón para solucionar el mismo problema contradice toda lógica biológica pero negar por completo la novedad cualitativa que podría constituir la racionalidad como un fenómeno más complejo que abarcase a ambos, parece ser más de lo que la teoría de la evolución permite. El concepto de "emergencia" posibilitaría superar un *reduccionismo biológico extremo que hace francamente difícil* dar cuenta, entre otras cosas, de la diversidad. La razón podría ser considerada desde este marco como una estrategia alternativa emergente, no reducible totalmente a la biología y aunque no estaría garantizada su absoluta permanencia, tampoco sería posible involucionar hacia el instinto.

Si la razón no es sólo una utopía esencialista o una alternativa biológica provisoria aunque haya sido accidental, el concepto de emergencia puede aportar nuevos elementos de análisis para abordar el fenómeno de la racionalidad humana.

Bibliografía

- Ayala, F. (1982) "Darwin y la idea de progreso", Rev. de Occidente.
Ayala, F. (1983) "El concepto del progreso biológico" en *Estudios sobre la filosofía de la Biología* Ayala, F. y Dobzhansky, T., Barcelona: Ariel.

²² Simon 1977:177, citado en Mahner- Bunge, 2000, pág. 371.

- Castrodeza, C. (1988a) *Ortodoxia darwiniana y progreso evolutivo*, Madrid: Alianza Universidad.
- Castrodeza, C. (1988b) *Teoría histórica de la selección natural*, Madrid: Alhambra.
- Castrodeza, C. (1999) *Razón Biológica*. Madrid: Minerva ediciones.
- Darwin, C. (1985), *El Origen de las especies*, Madrid: EDAFT, [versión castellana de la sexta edición de 1877]
- Dobzhansky, T. (1957) *Las bases biológicas de la libertad humana*, Bs. As.: Ateneo.
- Jacob, F. (1970) *La lógica de lo viviente*, Barcelona, Laia.
- Dobzhansky, T. (1977) "Evolution and tinkering", *Science*, 196, 1161-1166
- Lewontin, R., (1978). "Adaptación", *Investigación y Ciencia*, Nro 26, noviembre de 1978.
- Mahner, M. y Bunge, M.(2000) *Fundamentos de Biofilosofía*, Edit. Siglo XXI
- Mayr, E. (1998), *Así es la Biología*, Madrid: Debate
- Moya, A. (2000) "El análisis genético- cuantitativo del pensamiento: una propuesta arriesgada", *Pasaje, Revista de Pensamiento Contemporáneo*, Septiembre, Madrid.
- Ruse, M. (1987), *Tomándose en serio a Darwin*, Barcelona: Salvat.
- Ruse, M. (1979) *La filosofía de la biología*, Madrid, Alianza
- Sober, E. (1996) *Filosofía de la Biología*, Madrid: Alianza.

Universalidad de la lógica en Frege: viejas cuestiones, nuevas discusiones

Sandra Lazzer
Universidad de Buenos Aires

§ 1. Muchos de los problemas que surgen a partir del estudio histórico y filosófico de la lógica presuponen un buen conocimiento previo de ciertas tensiones internas de la propia disciplina. La comprensión cabal de los problemas que plantean los estudios histórico-filosóficos de la lógica exigen que se esté familiarizado con las tensiones que la afectan. Es en el marco del análisis de estos elementos es donde debemos situar la tradición interpretativa iniciada en los años sesenta por Burton Dreben y Jean van Heijenoort. El primero, en sus clases de la universidad de Harvard, había llamado la atención ya desde principios de esa década sobre la diferencia entre el modo como Frege entendía el tema de estudio de la lógica y el modo como es visto en la actualidad. El segundo, editor en 1967 de una de las colecciones más importantes en la historiografía de la lógica moderna, *i.e.*, *From Frege to Gödel: A Source Book in Mathematical Logic, 1979-1931*, introdujo, a partir de añejas consideraciones leibnizianas, una distinción usada desde entonces para establecer la diferencia entre lo que podríamos llamar dos ‘dimensiones’ de la lógica, o también, dos formas de hacer y concebir la lógica, a saber, *lógica como cálculo* y *lógica como lenguaje*.¹ Vale la pena observar que en el trabajo en que van Heijenoort introduce esta distinción, un trabajo que data también de 1967, el objetivo del autor era caracterizar la concepción de la lógica de Frege. En referencia a ésta, y a partir del mencionado ensayo, se habla en relación con la obra de Frege de la *universalidad de la lógica* o también de una *concepción universalista*. En los últimos años la polémica en torno a esta cuestión ha recibido un fuerte impulso. En la actualidad, al hablar de la concepción de la lógica de Frege la gran mayoría de los autores admite que lo que se encuentra en el centro de dicha concepción es precisamente la idea de *universalidad*. Pero entonces cabe preguntar cómo caracterizar adecuadamente esta “propiedad” atribuida a la lógica de Frege. Un primer paso será ver qué relación guarda esta característica con la distinción antes mencionada.

¹ Véase van Heijenoort (1967)

§ 2. Durante el siglo XVII, especialmente en Inglaterra, fueron bastante comunes diversas iniciativas para la construcción de un lenguaje universal, esto es, un lenguaje que facilitara la comunicación y la difusión de las ideas. Dicho lenguaje tenía que estar construido sobre la base de ciertos principios muy sencillos y ser estrictamente regular en su gramática. Leibniz no fue ajeno a esta influencia², si bien hay que señalar que su interés por un lenguaje de características ideales y universales era mucho más profundo. Lo que él deseaba crear era un lenguaje científico que no sólo sirviera para la comunicación del pensamiento sino que, además, fuera el instrumento más idóneo para el pensar. De ahí que el principio fundamental de su teoría del simbolismo supusiera que las expresiones de ese lenguaje deben reflejar de manera inequívoca la estructura del mundo. Leibniz llamó a la construcción teórica que se propuso elaborar *characteristica universalis*. Además, él no sólo creía que no podemos evitar el uso de signos en nuestra actividad de pensamiento, sino también que los sistemas simbólicos ordinarios, *i.e.*, los lenguajes naturales, están muy lejos de aproximarse al ideal de una *characteristica universalis*. Esto último era, para Leibniz, una fuente mayúscula de dificultades que no podía simplemente ignorar.

El programa leibniziano para la construcción esta *characteristica universalis* necesitaba contar, por un lado, con un lenguaje universal que contuviera un conjunto de símbolos que se tomaran como elementales, y por el otro, con ciertos recursos formales apropiados para expresar nociones como la predicación, la negación, la disyunción, la conjunción, la “condicionalidad”, la existencia y la universalidad. Aunque Leibniz no fue suficientemente riguroso en la construcción de su *characteristica universalis*, lo cierto es que a través de ella trató de exhibir la idea de eso que hoy llamaríamos la *forma lógica* de una proposición, sosteniendo a la vez que una gramática construida a su manera sería susceptible de brindarnos la estructura necesaria para un *calculus ratiocinator*, *i.e.*, un procedimiento cuasi-mecánico para la extracción de conclusiones en una argumentación. Con un cálculo así era posible que cualquier argumentación se ajustara a un conjunto sencillo de reglas. Inclusive un mero vistazo a las motivaciones que inspiraron a Leibniz a este respecto, permite deducir que él había concebido el plan de construir una ciencia más básica aún que las matemáticas, una ciencia que involucraría a la lógica tradicional, así como algunos otros estudios relacionados con la naturaleza de los simbolismos, poco desarrollados en su época.

² En cierto momento de su vida Leibniz propuso el uso de una especie de latín básico, algo similar al *latino sine flexione* usado por Peano a comienzos del siglo XX.

La historiografía reciente de la lógica recrea y reinterpreta las nociones leibnizianas de *characteristica universalis* y *calculus ratiocinator* a partir del ya mencionado trabajo de Jean van Heijenoort. En él, estas nociones tomarán la forma de una dicotomía entre una *lingua characterica* y un *calculus ratiocinator*. Estas nociones serán usadas para presentar la oposición entre dos formas de concebir la lógica: la lógica *como cálculo* y la lógica *como lenguaje*. Hacia fines de los años ochenta, a iniciativa de Jaakko Hintikka, la dicotomía se profundiza y generaliza. A partir de entonces se le empieza a tratar como la expresión de un contraste fundamental en los supuestos concernientes a la naturaleza semántica del lenguaje en el cual se formulan ciertas afirmaciones lógico-teóricas, respecto de cosas como la artificialidad, formalización, estratificación y especialmente interpretación de los lenguajes formales. Esta segunda versión de la dicotomía es conocida hoy en la literatura como la oposición entre el *lenguaje como medio universal* y el *lenguaje como cálculo*. La importancia de estas dos dicotomías consiste en que no sólo abarca muchas de las más recientes discusiones sobre el desarrollo de la lógica de fines del siglo XIX y principios del XX³, sino que también comprende el ámbito de múltiples debates de filosofía de la lógica, acerca por ejemplo de la naturaleza misma de esta disciplina. Se puede a su vez distinguir, en la bibliografía relacionada con estas dicotomías, entre la orientada desde la lógica que toma punto de partida en la distinción de van Heijenoort, y la orientada desde el lenguaje que se funda en la distinción de Hintikka. Es al primer grupo al que pertenecen muchos de los trabajos en los que recientemente se han discutido distintos aspectos concernientes a la concepción de la lógica de Frege, especialmente aquellos aspectos relacionados con su *carácter universalista*.

§ 3. En relación con los inicios del desarrollo de la lógica moderna y con el período que abarca la segunda mitad del siglo XIX se reconocen en general dos grandes tradiciones. Éstas fueron denominadas por el gran historiador de las matemáticas y la lógica I. Grattan-Guinness como *tradición del álgebra de la lógica*, cuyo principal exponente es George Boole por su trabajo *The Mathematical Analysis of Logic* de 1847, y como *tradición de la lógica matemática*, que se encuentra representada en este período por Gottlob Frege y su *Begriffsschrift (Conceptografía)* de 1879. A pesar que se acepta la importancia de ambas tradiciones en la constitución de la lógica moderna, su "paternidad", se ha convertido en un tema de controversia entre los historiadores de la lógica. Para

³ Véase por ejemplo, el plan de investigación del proyecto *Logic as Universal Medium?: On the Conception of Language, Logic and Truth in Łeśniewski and Tarski*, que se desarrolla desde fines de 2003 y se prolongará hasta mediados de 2006 en la Faculty of Philosophy, Free University of Amsterdam

algunos la lógica moderna (nombre que se adopta para marcar diferencia con lo que se suele llamar *lógica tradicional*) nace con Boole y en general con los algebristas ingleses. Quienes defienden esta opinión ponen el énfasis en el hecho de que el *lenguaje formal* de la lógica moderna se desarrolla a partir de la tradición algebraica. Se ha dicho que es sólo a partir de entonces que se puede hablar de un lenguaje propiamente simbólico en este ámbito. O sea, no se trata ya de un lenguaje donde la generalidad se expresa por medio de casos particulares entendidos como ejemplos paradigmáticos o donde el uso de estos símbolos es meramente sincopado, sino de un lenguaje a partir del cual las formulas en él expresadas se pueden integrar en un *cálculo* de formas generales, es decir, donde se usan símbolos para calcular. Sin embargo, tiende a ser un lugar común la afirmación de que sólo se puede hablar de lógica moderna en un sentido pleno a partir de Frege y básicamente la razón que se aduce para ello es que sólo a partir de éste se puede encontrar un desarrollo de lo que hoy llamaríamos una teoría cuantificacional presentada como *sistema formal de lógica*. Más allá de esta polémica, es común afirmar que existe una diferencia importante en la concepción de la lógica implícita en cada una de estas dos tradiciones y es justamente esta diferencia la que la dicotomía propuesta por van Heijenoort trata de capturar.

Jean van Heijenoort inicia la exposición de su famoso trabajo recordándonos que fue Frege mismo quien introdujo la distinción entre *lingua characterica* y *calculus ratiocinator*. Frege utiliza esta distinción en su respuesta a los comentarios críticos que Schröder, representante de la escuela algebraica en Alemania, había hecho a su *Conceptografía*. Según van Heijenoort, en su respuesta Frege afirma que "su lógica no es un *calculus ratiocinator*, o no meramente un *calculus ratiocinator*, sino una *lingua characterica*". El concepto de *lingua characterica* que usa Frege no es en sí mismo un concepto leibniziano. Leibniz parece haber usado los conceptos de *lingua generalis*, *lingua universalis*, *lingua rationalis* y *lingua philosophica*, todos ellos con un sentido similar. Con la noción de *characteristica universalis*, mencionada anteriormente, Leibniz designa algo distinto, algo más cercano a una *teoría general de los signos*, la que incluiría al *calculus ratiocinator* como parte propia. Lo que parece estar claro, por consiguiente, es que en Leibniz la *characteristica universalis* y el *calculus ratiocinator* no dan pie a ninguna oposición, sino que el segundo es parte de la primera. Frege, por su parte, parece haber tomado la expresión *lingua characterica* de Trendelenburg. ¿Tiene para Frege este concepto el mismo alcance que Leibniz le daba a su *characteristica universalis*? Sin duda ésta es una cuestión interesante para historiadores de la lógica y la filosofía. Hay buenas razones para pensar que la *Conceptografía* fregeana está muy cerca de lo que Leibniz concibió para su *characteristica universalis*. Pero más allá de ello, es claro que Frege intenta con el concepto de *lingua characterica* diferenciar su concepción de la lógica de la de los

algebristas de su época, pero ello no tanto porque su formalismo no sea un *calculus ratiocinator* sino porque pretende ser más que eso. La lógica para Frege debe posibilitarnos la comprensión última de *las estructuras formales del lenguaje*, de ahí que le sea totalmente ajena una visión de la lógica vaciada de contenido y sin compromisos metafísicos. La lógica no puede ser sólo cálculo ni tampoco fundarse en éste, porque no puede ser meramente el estudio de un proceso de simulación de esquemas de formas argumentales.

Como todos los autores, empezando van Heijenoort, lo reconocen, la diferencia entre *calculus ratiocinator* y *lingua characterica* tiene distintos aspectos conectados entre sí. La identificación e interpretación de estos aspectos está en la base de la polémica actual sobre el tema. Además estas cuestiones trascienden el terreno de lo histórico, cuando de lo que se trata es de delimitar una cierta concepción de la lógica. En el caso de Frege, los rasgos definitorios de su concepción de la lógica parecen no haber sido presentados o discutidos de manera explícita en sus trabajos. Más bien lo que se ha tratado de hacer ha sido mostrar cómo se puede adjudicar a Frege cierta concepción de la lógica a partir del rol que ésta tiene en el marco de sus ideas filosóficas.⁴ En este contexto, la universalidad de la lógica en Frege se basa, en primera instancia, en la universalidad de su *lingua characterica*, tenga ésta o no el mismo sentido que en el proyecto leibniziano se le daba a una *characterica universalis*. La universalidad se convierte entonces en uno de los rasgos más destacados de esta concepción.

Aunque las discusiones sobre la oposición entre la concepción de la lógica adjudicable a Frege y la inherente a la tradición algebrista tienen, sin duda, un importante interés histórico, desde el punto de vista filosófico y especialmente en relación con el problema de demarcación de la lógica lo que realmente reviste importancia son las diferencias existentes entre una concepción de la lógica universalista y la concepción actual. Aquí la distinción, a la que ya aludimos, introducida por van Heijenoort es sólo el punto de partida en una serie de discusiones y debates que tienen vigencia en nuestros días y que es la que hay que abordar.

⁴ En gran parte de los ensayos reunidos y editados como *Potsthumous Writings*, sin embargo, se pueden encontrar consideraciones de Frege en torno a la naturaleza de su lógica. Entorno a las diferencias y similitudes entre su propia lógica y la desarrollada por la tradición algebrista se puede mencionar especialmente dos ensayos: “Boole’s logical Calculus and the Concept-script” y “Boole’s logical Formula-language and my Concept-script”. En estos textos Frege señala que la lógica booleana representa “only part of our thinking; the whole can never be carried out by a machine or be replaced by purely mechanical activity”, en Frege (1979) pág 35.

§ 4. A fines de los años setenta, en un ensayo interpretativo sobre la historia de la lógica que media entre Frege y la prueba de completitud de Gödel, Warren Golfarb analiza los distintos hallazgos teóricos que llevaron a la actual concepción de la lógica.⁵ En la misma línea interpretativa, el propio van Heijenoort, en una nota introductoria, escrita en coautoría con Burton Dreben, a propósito de la edición en 1986 de los *Collected Works* de Kurt Gödel⁶, señala también como punto culminante en formación de la actual concepción de la lógica la presentación de la prueba de completitud. El punto destacable para esta línea interpretativa es que sólo el abandono de una concepción universalista da sentido al estudio de cuestiones metasistemáticas respecto de la lógica, como por ejemplo la completitud. En la medida en que la noción de Frege de sistema formal pasó a constituirse en objeto de estudio, las consideraciones metateóricas sobre la lógica comenzaron a cobrar primacía. Esto no es visto meramente como una cuestión ligada a una cierta evolución en las ideas, a pesar de que pueda detectarse una marcada continuidad en este proceso, sino que el rol que tienen las consideraciones metateóricas respecto de la lógica, ausentes o improcedentes en la vieja concepción, pasa a estar en centro mismo de la nueva visión. La lógica dejó de ser un sistema *universal* de razonamiento, en el sentido de ser un sistema donde se razona necesariamente *dentro* y no *acerca*. Lo que comienza a ser objeto de debate filosófico es la relación entre metateoría y concepción universalista. Los autores involucrados en esta polémica no niegan la presencia en los textos de Frege de elementos que, desde un punto de vista no sistemático, pueden estar asociadas con lo que hoy denominamos ‘metateoría’ o por lo menos un ‘enfoque metasistemático’. Pero el debate está centrado en el alcance y el rol que estos elementos tienen en Frege. Tal vez el punto clave de discusión sea la atribución de alguna capacidad justificatoria a estos elementos metateóricos respecto de la naturaleza de las leyes e inferencias lógicas, en una visión universalista como la de Frege.

Recientemente Golfarb retomó el tema de la caracterización de la concepción de la lógica de Frege, en un ensayo donde, en palabras del autor, se intenta aclarar la cuestión "filosófica e interpretativa de cómo Frege entiende los formalismos que él mismo propuso".⁷ Así, pues, Golfarb comienza su trabajo reseñando las diferencias entre la manera como Frege entendía el objeto de estudio de la lógica y la manera actual de hacerlo; a la vez, señala que estas diferencias no son habitualmente debidamente apreciadas, así como tampoco son suficientemente

⁵ Golfarb (1979)

⁶ Burton Dreben & Jean van Heijenoort, "Introductory Note to Gödel Completeness Papers" en *Kurt Gödel, Collected Works*, vol.I ed. S. Feferman et al. (New York: Oxford University Press, 1986), pp. 44-49.

⁷ Goldfarb (2001)

valoradas sus implicancias en relación con las ideas filosóficas de Frege. En relación con esto, Golfarb ya había afirmado en un trabajo anterior que algunos autores, como Michael Dummett, incurren en un importante anacronismo al adjudicarle a Frege una concepción de la lógica que es, por lo menos, post-tarskiana. A pesar de lo aparentemente incidental de la observación de Dummett a la que Golfarb alude, no es éste el único en señalar dicho error. Thomas Ricketts, por ejemplo, sostiene algo similar, en su excelente trabajo "Logic and Truth in Frege".⁸

Con el propósito de establecer la distinción entre de la concepción universalista de la lógica y la actual, tanto Ricketts como Golfarb utilizan un criterio clasificatorio distinto, aunque señalan la importancia de las cuestiones ligadas con nociones metateóricas. La distinción de Ricketts se basa en la naturaleza que Frege adjudica a las verdades lógicas. Para este autor, lo característico de la noción de lógica en Frege es que "la verdad lógica no está definida por un *esquema*"[...] "Las leyes lógicas son *sustantivas*, no *esquemáticas*". La idea de un *carácter sustantivo* aplicado a la noción de verdad lógica explica el por qué de la objeción hecha al comentario de Dummett antes mencionado. Así, pues, es la división entre sustantivo y esquemático lo que se toma como base para diferenciar entre la concepción de la lógica de Frege y la actual. En esta misma línea de pensamiento, Golfarb contrapone la noción de *concepción esquemática*, que asimila también a la manera actual de entender la lógica, a la concepción de Frege, conservando para ésta última el calificativo de *universalista*. La distinción entre las dos concepciones se basa en que en la primera se usan esquemas vaciados de contenidos para representar la forma de los argumentos, con la posibilidad de ser interpretados en universos de discurso alternativos⁹, en tanto que en la segunda, esto es, la concepción de Frege, el rasgo definitorio es la presencia de leyes lógicas entendidas como verdades universales (en el sentido de ser aplicables a todo objeto de estudio) y generales (en el sentido de no ser acerca de nada en particular), además de la adopción de un vocabulario *tópicamente universal* para establecer la verdad acerca de todo. Esta noción de ser *tópicamente universal* es la que Frege tiene *in mente* cuando habla de la "parte formal" del lenguaje corriente.

Una vez establecida la distinción entre ambas concepciones, queda aún por explicar lo que para muchos autores, entre otros Golfarb y Ricketts, es también una de los temas más importantes en el debate actual sobre la universalidad de la lógica en Frege, a saber, la cuestión de su relación con ciertas afirmaciones metateóricas. Dado el carácter sustantivo de las verdades lógicas, de alguna manera resulta peculiar de la lógica de Frege el que no tiene sentido formular

⁸ Véase Ricketts (1997)

⁹ Para una discusión en torno a la posibilidad de reconocer distintas concepciones de la lógica, no acotada a un marco histórico determinado, puede verse Bencivenga (1999)

ninguna consideración metasistemática en relación con estas verdades. Si la lógica está constituida por un lenguaje lógico universal, entonces no hay ningún punto de vista externo desde el cual mostrar y discutir las propiedades de la lógica. Esto hace que las cuestiones metasistemáticas más que ilegítimas resulten indeseables. No hay desarrollos metateóricos en Frege, en un sentido relevante, no porque la evolución de sus ideas no haya logrado vislumbrar su importancia, sino simplemente porque son, en el sentido antes explicado, incompatibles con su visión misma de lógica.

Mucho antes de que esta revisión de las ideas en torno a la lógica de Frege, y en general de la lógica asociada al logicismo, comenzara en los años sesenta, la ausencia e incompatibilidad de consideraciones metasistemáticas en este tipo de visión acerca de la lógica ya había sido puesta de manifiesto. En una nota crítica de 1926, de los *Principia Mathematica*, Harry Sheffer llamó a este *estar dentro* de la lógica, sin tener un punto de vista externo a la misma, *predicación logocéntrica*. Más allá de este dato histórico relacionado con la polémica, lo cierto es que no hay en la actualidad una visión unánime en la interpretación de estos rasgos particulares.

En un ensayo reciente, *Frege's New Science*, Aldo Antonelli y Robert May¹⁰ ofrecen una interpretación alternativa a la antes mencionada. Estos autores postulan no sólo la posibilidad de considerar que hay desarrollos metateóricos en Frege, aunque formen parte de una especie de trasfondo intuitivo y no tengan características ni sistemáticas ni mucho menos formales, sino que además le adjudican a estas consideraciones metateóricas un rol *justificadorio* respecto de algunos aspectos de la lógica. Así, afirman que:

Frege hace a menudo lo que consideraríamos como observaciones metateóricas a modo de justificación de aspectos de la lógica. Por ejemplo, él justifica reglas de inferencia en términos de su corrección (...). Nos parece indudablemente correcto el que hay algo muy diferente acerca del modo como Frege veía la lógica. Lo que, sin embargo, no nos parece correcto es que esta diferencia excluya a Frege de la metateoría.

En esta misma dirección Richard Heck, en su trabajo "Frege and Semantic"¹¹, incluido en el aún inédito *Cambridge Companion to Frege*, ha tratado de argumentar en favor de la presencia en Frege de una *justificación metatórica de las leyes lógicas*. Uno de los puntos sobre los que se apoya es la posibilidad de postular una noción de metateoría que no involucre necesariamente nociones que

¹⁰ Antonelli & May (manuscrito)

¹¹ Heck (manuscrito)

proviene de los desarrollos que hoy llamamos *semántica formal*, en un sentido post-tarskiano y post-gödeliano. En este sentido, Heck cree que los argumentos en contra de la posibilidad de hablar en Frege del desarrollo de la metateoría son en muchos casos anacrónicos y tendenciosos. Básicamente, lo que trata de mostrar es, por un lado, que muchos autores parecen negar que Frege hubiera aceptado cosas como la caracterización de la noción de verdad propuesta por Tarski o la caracterización de la noción de validez involucrada en la prueba de completitud de Gödel, lo cual constituye, a su entender un inaceptable anacronismo. Pero además, por otro lado, acusa de tendenciosas aquellas opiniones que tienden a adjudicarle a Frege un concepto de verdad lógica entendida como una creación *ex nihilo*, lo que para Heck deviene inmediatamente en una especie de escepticismo lógico, incompatible con la concepción de la lógica que Frege hacía suya.

Entre estas opiniones críticas debemos incluir también la de Jaimes Tappenden¹². El énfasis en este autor está puesto en la posibilidad de considerar que se puede hablar de desarrollos metateóricos, en un sentido distinto al post-tarskiano, sin que eso involucre necesariamente un punto de vista externo. Habría un desarrollo semántico genuino aunque éste se hiciera no desde un lenguaje externo y más potente, sino desde un fragmento del mismo lenguaje analizado. La misma idea es luego explotada por Antonelli & May en el ensayo mencionado. Y, por otro lado, Tappenden busca evidencia histórica en la polémica Frege/Hilbert en torno a la naturaleza de los axiomas de la geometría, con la intención de adjudicarle al primero la formulación de un método de prueba, alternativo al de Hilbert, para probar la independencia de los axiomas, lo cual puede ser interpretado como una auténtica prueba metateórica.¹³

¹² Véase Tappenden (1997) pp 213-264.

¹³ Un aspecto interesante de esta discusión que puede ser destacado es que la necesidad de un *punto de vista* externo, como condición necesaria para el desarrollo de la metateoría, tampoco se encuentran en las investigaciones metateóricas que se originaron en el seno de la escuela formalista de fundamentación de la matemática, con el objetivo de obtener una prueba de consistencia de la aritmética. Tappenden describe la cuestión en los siguientes términos:

In light of Tarski's results on the definability of truth and related discoveries, we have come to accept in the later part of this century that the semantics for theories of certain strength might need to be formulated in a metatheory that is in some ways stronger than the theory for which the semantics is being provided. But this is a fairly new idea, and perhaps it is not an altogether natural one [...] Hilbert, to consider just one example, appears to have thought that metatheory of mathematical theories of the infinite could be done in proper (finitistic) fragments of the theories under scrutiny. Tappenden, J (1997) pág 222.

Muchos autores más están involucrados en esta polémica, la cual sin duda continuará. Pero podríamos plantearnos, como comentario final, y respecto de la capacidad justificatoria que algunos lógicos y filósofos de la lógica le adjudican a la metateoría, si es lícito extender el debate antes reseñado al ámbito de lo que aquí se ha llamado la concepción esquemática de la lógica, concepción que supuestamente representa la manera actual de concebir a la lógica. ¿Tienen realmente alguna capacidad justificatoria respecto de la naturaleza de la lógica los desarrollos metateóricos formulados en la actualidad bajo la forma de una teoría altamente sofisticada de naturaleza indudablemente matemática y por lo tanto extra-lógica? En lo personal creo que la pregunta es lícita y la respuesta para nada obvia.

Referencias bibliográficas

- Antonelli, A & May, R “Frege’s New Logic”, (manuscrito).
- Bencivenga, E. (1999), “What is Logic About?”, *European Review of Philosophy*, vol 4 *The Nature of Logic*, ed by A. Varzi pp. 5-19.
- Dreben, B & van Heijenoort, J.(1986), “Introductory Note to Gödel Completeness Papers” en *Kurt Gödel, Collected Works*, vol.I ed. S. Feferman et al. New York: Oxford University Press, pp. 44-49.
- Frege, G. (1979), *Potsthumous Writings*, Oxford: Basil Blackwell.
- Goldfarb, W.(2001), “Frege’s Conception of Logic”, en *Future Pasts:The Analytic Tradition in Twentieth-Century Philosophy*, Juliet Floyd & Sanford Shieh (eds), pp 25-42, Oxford University Press.
- Goldfarb, W. (1979), “Logic in the Twenties; The Nature of the Quantifier”, *Journal of Symbolic Logic*, **44**, pp 351-368.
- Heck, R.: “Frege and Semantic”, (manuscrito).
- Ricketts, T. (1997), “Logic and Truth in Frege” en *Proceedings of the Aristotelian Society*, Suppl. Vol.70. pp.120-140.
- Tappenden, J. (1997), “Metatheory and Mathematical practice in Frege”, *Philosophical Topics*, vol. 25 n° 2 pp 213-264.
- van Heijenoort, J.(1967), “Logic as Calculus and Logic as Language”, *Synthese* **17**, pp. 324-330.

Dinámica de creencias y ontologías

Diego Letzen
U.N.C. – CONICET

Introducción

Es posible encontrar muchos sentidos distintos asociados a la palabra ontología. Entendiendo las ontologías como teorías sobre las entidades y las relaciones entre ellas en un dominio determinado, emergen rápidamente las exigencias de una relación especial entre estos elementos. Esta relación que A. Fuhrmann (1997) siguiendo a K. Fine (1991) llamó “de requerimiento” exige un cierto ajuste en las características de cada ontología particular. Estas exigencias pueden hacer que un determinado elemento o una relación específica no tenga lugar en una ontología. Presentaremos en este trabajo los elementos para una caracterización de la relación de requerimiento mediante la de contradicción en una dinámica de ontologías basada en el modelo de cambio de creencias del tipo AGM¹.

En un primer sentido intuitivo, ontología refiere al estudio de lo que existe. Este es un sentido Así es usada en filosofía de la investigación en este dominio. Sin llegar al extremo de afirmar que esto es incorrecto, podemos si asegurar que es un sentido muy limitado de la palabra.

Es posible encontrar dos usos en la literatura especializada de la palabra ontología. El primero de ellos, como actividad de conceptualización de un dominio, relacionada con una visión del mundo, es el sentido de la palabra más asociado a la tradición filosófica. Alternativamente es posible encontrar la palabra vinculada a un catálogo de los tipos de objetos que se asume existen en un dominio D , desde la perspectiva de un agente en un lenguaje L . El sentido generalmente asociado a la palabra en ciencias de la computación, representación de conocimiento e inteligencia artificial suele ser el que lo considera como el resultado (formal o no) del estudio de las categorías de cosas que existen o pueden existir en un dominio dado.

¹ Alchourrón, Gärdenfors & Makinson (1985).

Ontologías Formales

Las ontologías formales son teorías que intentan brindar formulaciones precisas, de tipo lógico o matemático de las propiedades y relaciones de un determinado dominio de entidades. Uno de los precursores en este abordaje es Edmund Husserl, quien consideraba apropiada la aplicación de métodos formales para la elucidación de tradicionales problemas filosóficos, en especial problemas ontológicos. La teoría de las relaciones entre parte y todo considerada en la Tercera Investigación Lógica y posteriormente elaborada por S. Lesniewski bajo el nombre de “mereología”, es un ejemplo de una sub-teoría formalmente elaborada, la que ha despertado una gran consideración y estudio, originalmente en torno del interés general por la cuestión de la fundamentación de las matemáticas y los problemas de la teoría de conjuntos y actualmente por los problemas relacionados con teorías de tipo holístico como las necesarias en áreas como geografía o medicina y en general en inteligencia artificial y el problema del conocimiento compartido.

En el terreno de la “teoría pura”, Husserl recurre a la noción de fundamentación (*Fundierungsverhältnis*) como una relación básica en la caracterización de las relaciones entre un todo integral y sus partes, pero lo hace complementándola con la noción de enlace o conexión necesaria (*notwendiger Verknüpfung*). Sin detenernos en los alcances de estas nociones las que por su especificidad exceden los objetivos de este trabajo, podemos tomarlas como originales para la relación de requerimiento antes mencionada. Pensando en la dinámica de ontologías, esta relación de requerimiento obra condicionando el tipo de entidades que es posible admitir en una ontología o las que deberán excluirse, conjuntamente con alguna otra, que se desee quitar de un teoría determinada. Esta forma de proceder es análoga a la que se utiliza en Dinámica de Creencias para incorporar o extraer elementos de los conjuntos de creencias. Prosiguiendo el objetivo de este trabajo presentaremos la línea por la cual es posible adecuar los resultados obtenidos en esta área para realizar una caracterización dinámica de ontologías.

Dinámica de creencias

Dinámica de creencias es un área de estudio que se inicia a partir de la convergencia de dos prácticas de investigación: una relacionada con la computación y el desarrollo de la inteligencia artificial, y la otra con la investigación filosófica. El estudio de temas relacionados con el aspecto dinámico de sistemas de creencias ha estado presente, tal vez, desde el comienzo de la

pregunta por el conocimiento y por consiguiente desde los mismos orígenes de la reflexión filosófica.

Entre algunas de las críticas que se ha hecho a este modelo está la que concierne a la simplificación que supone pensar que a) los agentes deben sus procesos de cambio a un creciente proceso de aumento de la calidad y la cantidad del conocimiento, b) que la dinámica de creencias de los agentes los acerca cada vez a la comprensión de cómo es el mundo que lo rodea, estando este último dado en un principio y para siempre, y c) que el modelo piensa las unidades a representar como mónadas aisladas sin asumir la relación posible entre múltiples agentes.

El principal problema relacionado con este enfoque es el de la consistencia. La inexistencia de elementos incompatibles es un ideal racional análogo al de la consistencia de los enunciados que representan las creencias de un agente o de los elementos de una base de datos. Esto está reflejado en la utilización de la operación clásica de consecuencia para caracterizar los modelos de cambio².

Este rasgo hace que las situaciones con elementos posiblemente inconsistentes no tiene cabida en las presentaciones más o menos ortodoxas del modelo AGM, y son siempre consideradas como una excepción indeseable, difícilmente tolerable. En realidad, AGM prevé un tratamiento para las inconsistencias mediante la operación de revisión. Esta operación nos garantiza que los conjuntos que representan los estados de creencias permanezcan libres de inconsistencias tras los sucesivos cambios.

En este modelo, la representación de los estados epistémicos, o de creencias, de los agentes se realiza por medio de una función llamada “de soporte” por un conjunto de enunciados (aquellos que el agente admitiría) definidos sobre un lenguaje L , cerrados bajo la operación de consecuencia clásica:

Se supone que son posibles tres actitudes epistémicas básicas: aceptación, rechazo e indeterminación, según si para un elemento α se tiene respectivamente $\alpha \in K$, $\sim\alpha \in K$ o, $\alpha \notin K$ y $\sim\alpha \notin K$; y en función de estas tres actitudes básicas, tres pares de tipos de cambio de creencia posibles: expansión (+) (de indeterminado a aceptado o de indeterminado a rechazado), revisión (*) (de aceptado a rechazado o de rechazado a aceptado) y contracción (-) (de aceptado a indeterminado o de rechazado a indeterminado).

Las diferentes maneras de caracterizar los estados de creencias, cada una de estas operaciones, y los criterios de racionalidad que las determinan configuran los

² El cierre bajo consecuencia clásica (Cn) tiene un papel importante no sólo en la definición de los estados, sino también en la de las operaciones puesto que estas siempre se hacen, no importa cual sea la presentación elegida (postulados, funciones de selección, semánticas...) en el horizonte de esta operación.

elementos de una teoría de cambio de creencias. Los elementos principales de esta configuración son los postulados que permiten caracterizar la dinámica en atención a ciertos principios o criterios de racionalidad. El aspecto dinámico de este modelo es expresado por estas operaciones de cambio y el modo en que estas funcionan esta representado por ciertas restricciones comprometidas con la racionalidad del cambio propuesto. La preservación de la consistencia se torna así en una guía de la dinámica de creencias porque, por definición, un conjunto de creencias está cerrado bajo consecuencia lógica, $K=Cn(K)$ donde Cn es la operación de cierre lógico. Esta operación no es otra que la función de consecuencia que Tarski caracterizara en sus trabajos de la década del '30.

Así como la mayoría de los cambios de creencias razonablemente puede verse como una sucesión de contracción expansión, formalmente, la operación de revisión puede definirse mediante lo que se conoce como identidad de Levi, con la siguiente expresión:

$$K * \alpha = (K \div \sim\alpha) + \alpha$$

Es decir que, revisar un conjunto de creencias por un enunciado α , consiste en eliminar en primer lugar aquellos elementos del conjunto que pueden implicar $\sim\alpha$, para posteriormente expandir el conjunto resultante por α , con la certeza de no poner en peligro la consistencia del conjunto en cuestión. Por esto es que afirmábamos anteriormente que el principal problema relacionado con este enfoque es el de la consistencia. En general, en el seno de la teoría AGM de cambio de creencias la noción de consecuencia Cn produce más resultados de los deseados. La operación de expansión por ejemplo es prácticamente inútil al pretender representar cambios de creencias y es reemplaza por la de revisión o tal vez debiéramos llamarle de expansión consistente puesto que es la única que nos garantiza poder permanecer tranquilos al incorporar un elemento a nuestro conjunto de creencias sin que se trivialice.

Esta noción (Cn) queda caracterizada en términos generales por satisfacer

1. Inclusión $A \subseteq Cn(A)$.
2. Monotonía Si $A \subseteq B$, entonces $Cn(A) \subseteq Cn(B)$.
3. Iteración $Cn(A) = Cn(Cn(A))$.

Y satisfacer las siguientes tres propiedades:

- Si α puede ser deducida de A por medio de una instancia de tautología, entonces $\alpha \in Cn(A)$. (Supraclasicidad).
- $\beta \in Cn(A \cup \{\alpha\})$ si y sólo si $(\alpha \rightarrow \beta) \in Cn(A)$. (Deducción)
- Si $\alpha \in Cn(A)$, entonces $\alpha \in Cn(A')$ para algún conjunto finito $A' \subseteq A$. (Compacidad).

De modo que la consecuencia utilizada incluye a la noción veritativo funcional de consecuencia.

Como es usual en este contexto, consideramos a un conjunto A consistente si para ninguna α se tiene que $(\alpha \wedge \neg\alpha) \in \text{Cn}(A)$.

Se supone que de esta forma se tiene un modelo definido en base a ciertas pretensiones de racionalidad que permitiría representar la dinámica de creencias en agentes racionales.

La aplicación estándar para este modelo son agentes individuales que reciben estímulos del medio bajo la forma de entradas o ‘inputs’, y devuelven como resultado una nueva teoría o conjunto de creencias, típicamente consistente, que incorpora con el mínimo de variaciones, los nuevos elementos.

Dinámica de Ontologías

En la segunda mitad de la década de los '90 A. Fuhrmann consideró las posibilidades de transferir un teorema de representación para contracciones³ al campo de la dinámica de ontologías abstractas.

La idea central de Fuhrman (1997), p. 97 era considerar los conjuntos de creencias (teorías de una relación de consecuencia de Tarski) como ontologías de un espacio ontológico. Un espacio ontológico es una familia de subconjuntos de un conjunto que incluye a este último y está cerrada bajo intersección, es decir, es una familia de Moore⁴ o protopología:

Una familia de Moore es una familia de subconjuntos de un conjunto X cerrados bajo una operación de cierre (Birkhoff (1967) p. 111)

Una operación $*$ es una clausura de X si para todo $A, B \subseteq X$ satisface

- Reflexividad $A \subseteq A^*$,
- Monotonía $A^* \subseteq B^*$, si $A \subseteq B$, e
- Idempotencia $A^{**} \subseteq A^*$

Una ontología en este sentido es una colección de objetos posible. La relación central es la de requerimiento. La noción de “colección posible” hace referencia a la posibilidad de coexistencia, lo que en este contexto (representación mediante teorías) se reduce a consistencia. Una colección \mathbf{A} podría no ser posible junto con un objeto \mathbf{b} o sin un objeto \mathbf{c} . Esta idea es la que la relación de

³ Específicamente para las contracciones “partial meet”, Alchourrón, Gärdenfors & Makinson (1985).

⁴ Así llamadas por E.H. Moore de la Universidad de Chicago, tutor de G. Birkhoff.

requerimiento intenta capturar: una serie de precondiciones sin las cuales la colección de objetos no llega a constituir una ontología.

En trabajos anteriores consideramos este tipo de situaciones en que la teoría no ofrece un comportamiento correspondiente con las intuiciones previas, atento a la excesiva influencia que la noción clásica de consecuencia tiene, y a la posibilidad de lograr una representación adecuada de este tipo de casos que, sin abandonar la operación clásica de consecuencia, evitara abusar de ella por no resultar apropiada (contextos con elementos incompatibles).

Una visión atenta de este aspecto del problema fuera del ámbito específico de la dinámica de ontologías, nos permite argumentar que muchos de los casos problemáticos, tal vez los más interesantes, se refieren a la cohabitación de partes parcialmente incompatibles en un todo, como sucede por ejemplos con la información proveniente de múltiples fuentes o el sistema que resulta de la combinación de diversas leyes o códigos en la mente de un legislador ideal.

Barwise (1989) señala que cuando indagamos acerca de la lógica de una actividad, estamos buscando el conjunto de restricciones de la forma $S \Rightarrow S'$ que rigen esta actividad. Ahora bien, estas restricciones tendrán que ver, como puede vislumbrarse a partir de lo anterior, con el asunto o el contenido particular sobre el que trata un argumento o un enunciado. Los enunciados se refieren a situaciones: los enunciados informativos contienen información sobre las situaciones de las que tratan. En este contexto debemos ubicar los enfoques tradicionales de la inferencia a través de la noción de consecuencia lógica, que -según Barwise- examinan una clase muy limitada de restricciones convencionales, a saber, aquellas relacionadas con el significado de las llamadas constantes lógicas. Sin embargo para alcanzar una explicación más genuina de la noción de lógica más próxima al sentido común, es necesario *examinar estas restricciones en el marco de todas las otras restricciones* que hacen posible que los agentes obtengan diversos tipos de información y establezcan vínculos entre las diversas partes de la información así obtenida. De este modo, podemos considerar también que la lógica de primer orden se limita al estudio de aquellas restricciones particulares establecidas por los axiomas de la lógica de primer orden.

En la semántica situacional la anterior relación de requerimiento es reemplazada por restricciones, las que hacen posible el “flujo de la información”. Estas restricciones vinculan diferentes “tipos de situaciones”, entendidas estas en su sentido ordinario, como referidas a una parte del universo en la que se involucran presumiblemente individuos, relaciones y ubicaciones. Estas situaciones son descripciones parciales. Estas restricciones sistemáticas entre tipos de situaciones permiten que una situación contenga información sobre otra. A su

vez, la sintonía de un agente con tales restricciones posibilita que éste infiera correctamente algo a partir de otra cosa.

Ontologías tolerantes

Con estos elementos podemos entonces replantear los teoremas de representación vinculado con las contracciones Kernel propuestas por S. Hansson (Hansson 1994) para plantear una dinámica de ontologías, apoyada en la noción de “base de creencias” como descripción parcial de una porción del universo.

Una contracción Kernel de α de \mathbf{K} ($\mathbf{K} \div_{\sigma} \alpha$) se define mediante la siguiente diferencia de conjunto:

$$\mathbf{K} \div_{\sigma} \alpha = \mathbf{K} \setminus \sigma(\mathbf{K} \# \alpha),$$

Con los siguientes elementos:

Definición [Hansson 1994]: Dado un conjunto \mathbf{K} y una fórmula β , es posible definir un conjunto $\mathbf{K} \# \alpha$ (los α -kernel de \mathbf{K}) tal que $X \in \mathbf{K} \# \alpha$ si y sólo si:

1. $X \subseteq \mathbf{K}$
2. $X \vdash \alpha$
3. Si $Y \subset X$, entonces $Y \not\vdash \alpha$.

Los “kernels” de un conjunto son, aquellos conjuntos mínimos respecto de la relación de inclusión que implican una proposición determinada.

Definición: Una función de incisión σ para un conjunto $\mathbf{K} \# \alpha$ es una función tal que satisface:

1. $\sigma(\mathbf{K} \# \alpha) \subseteq \bigcup(\mathbf{K} \# \alpha)$
2. Si $\emptyset \neq X \in (\mathbf{K} \# \alpha)$, $X \cap \sigma(\mathbf{K} \# \alpha) \neq \emptyset$.

Lo que esta función hace es ‘cortar’ al menos un elemento de cada conjunto del conjunto de los “kernel” que implican α .

Por ello es que último, puede definirse la contracción Kernel:

$$\mathbf{K} \div_{\sigma} \alpha = \mathbf{K} \setminus \sigma(\mathbf{K} \# \alpha)$$

En términos situacionales, las restricciones que permitirán construir un modelo de cambio de ontologías satisfactorio son:

Dos situaciones inconsistentes no deben ser informacionalmente equivalentes, ni llevar a una única situación⁵.

Una situación inconsistente no se vincula con una situación explosiva o trivial.

Una situación con elementos inconsistentes no debe llevar necesariamente a una consistente.

Una situación inconsistente, se equipara a una situación imposible, falsa. Es decir, no es paraconsistente.

En síntesis, lo que estas restricciones expresan es el perfil de una dinámica alternativa a la que podríamos llamar clásica, que permita modelizar el cambio de creencias en situaciones posiblemente inconsistentes, sin que se produzcan los efectos negativos que la contradicción produce en el contexto de la lógica clásica: equivalencia de estado de creencias inconsistentes, ‘explosividad’ (inferencias triviales) y que las inconsistencias puedan sostenerse tras sucesivos cambios; pero que no sea paraconsistente, es decir que se conserva la implicación de un par de proposiciones contradictorias ente sí del valor falso.⁶ Conservamos la intuición sobre la existencia de información falsa en un conjunto inconsistente.

Para poder atender las restricciones expuestas, es necesario realizar una modificación en las operaciones de cambio sensibles al operador clásico de consecuencia: la contracción y como consecuencia en la operación de revisión que en ella se apoya.

Lo primero que sugerimos es tomar un subconjunto del conjunto de kernels, que incluya todos los kernels consistentes.

⁵ En realidad se tratarían de dos restricciones distintas que en este caso trataremos como una sola. Simplificando consideraremos ‘tener las mismas creencias’ y ‘tener información equivalente’ como distintos aspectos de una misma situación, aún cuando esto no es así. Distintos conjuntos de creencias pueden ser equivalentes en cuanto a la información que contienen, y por esto mismo, dos conjuntos con la misma información pueden comportarse en forma diferente frente a la dinámica (por tener en el nivel sintáctico distintos elementos para representar esa información). Obsérvese que la expresión ‘creencias inconsistentes’ refiere a elementos auto-inconsistentes y no de inconsistencia entre los agentes por tratarse de un modelo pensado para agentes individuales que carece de capacidad para expresar relaciones entre agentes.

⁶ Benferhat, Cayrol, Dubois, Lang & Prade (1993), da Costa, Béziau & Bueno (1995).

Definición: Dado un conjunto K y una fórmula β , es posible definir un conjunto $K \Downarrow \alpha$ (los α -kernel consistentes de K) tal que $X \in K \Downarrow \alpha$ si y sólo si:

1. $X \subseteq K$
2. $X \vdash \alpha$
3. Si $Y \subset X$, entonces $Y \not\vdash \alpha$.
4. Si $\alpha \notin X$, $\perp \notin Cn(X)$

Los “kernels consistentes” de un conjunto son, un subconjunto de los kernels de un conjunto.

Definición: Una función de incisión σ para un conjunto $K \Downarrow \alpha$ es una función tal que satisface:

1. $\sigma(K \Downarrow \alpha) \subseteq \cup(K \Downarrow \alpha)$
2. Si $\emptyset \neq X \in (K \Downarrow \alpha)$, $X \cap \sigma(K \Downarrow \alpha) \neq \emptyset$.

Definición: Sea σ una función de incisión para un conjunto K . La *contracción tolerante* $=_{\sigma}$ para K es definida mediante la siguiente igualdad:

$$K =_{\sigma} \alpha = K \setminus \{\sigma(K \Downarrow \alpha)\}$$

La solución que se ha propuesto aquí, no cambia la noción de consecuencia clásica por otra (por ejemplo paraconsistente) sino que se limita a restringir la aplicación de esta, mediante los recursos formales expuestos, en aquellos casos en que podemos tener la presencia de inconsistencias. Es posible demostrar además el correspondiente teorema de representación

Teorema: Sea K , una base de creencias y $\alpha \in L$. El operador $=_{\sigma}$ para K , α es una *contracción tolerante* si y sólo si satisface: *inclusión, retención, éxito consistente, éxito base* y para todo $\sim\alpha \notin Cn(\emptyset)$, *uniformidad*.⁷

⁷ El trazo general de la demostración debe tener dos partes: Parte 1. Que la operación satisface los postulados es bastante directo de probar en cada caso. Parte 2. Sea $=_{\sigma}$ la operación de contracción que satisface los postulados. Mostraremos que $=_{\sigma}$ es la operación de contracción tolerante. Para ello estableceremos que σ sea tal que para el conjunto $K \Downarrow \alpha$, $\sigma(K \Downarrow \alpha) = K \setminus (K =_{\sigma} \alpha)$, para cualquier α . Primero debemos demostrar que σ satisface:

$$\sigma(K \Downarrow \alpha) \subseteq \cup(K \Downarrow \alpha).$$

Sin profundizar en los aspectos técnicos ofrecidos, podemos concluir este trabajo afirmando que es posible, en buena medida, extender los resultados originales de A. Fuhrmann de forma de presentar junto a los modelos de dinámicas de ontologías abstractas clásicos, variantes tolerantes a situaciones inconsistentes, los que conservan una relación básica de requerimiento, no construida ya sobre la de contradicción sino sobre restricciones racionales expresadas en términos de situaciones. Además mostramos que es posible construir las correspondientes operaciones de cambio con sus correspondientes teoremas de representación para la caracterización de postulados.

Si $\emptyset \neq X \in (K \Downarrow \alpha)$, $X \cap \sigma(K \Downarrow \alpha) \neq \emptyset$.

Es decir que es una función de incisión. Si es una función, debe, para dos elementos α y β , que determinan dos conjuntos $(K \Downarrow \alpha) = (K \Downarrow \beta)$ poder establecerse que $\sigma(K \Downarrow \alpha) = \sigma(K \Downarrow \beta)$. Es posible demostrar que para todo los subconjuntos J de K , $J \vdash \alpha$ si y sólo si $J \vdash \beta$. Por *uniformidad*, entonces $K = \alpha = K = \beta$ (ya que dado el supuesto que $(K \Downarrow \alpha) = (K \Downarrow \beta)$, si $\sim \alpha \in Cn(\emptyset)$, $\alpha = \beta$) y $\sigma(K \Downarrow \alpha) = \sigma(K \Downarrow \beta)$.

Para mostrar que la función satisface la condición 1, supongamos ahora que $\beta \in \sigma(K \Downarrow \alpha)$. Por *retención*, $\beta = \alpha$ o debe existir un subconjunto $B \not\vdash \alpha$ pero $B \cup \{\beta\} \vdash \alpha$ y $B \cup \{\beta\} \not\vdash \perp$. Si es el primer caso, $\alpha \in K$, y $\{\alpha\} \in K \Downarrow \alpha$, y por lo tanto $\beta \in \bigcup (K \Downarrow \alpha)$. Si $\beta \neq \alpha$, por compacidad, debe existir un $J' \subseteq B$ tal que $J' \cup \{\beta\} \vdash \alpha$ y por supuesto $J' \not\vdash \alpha$, es decir que existe un subconjunto $J'' = J' \cup \{\beta\}$ de K , tal que $J'' \vdash \alpha$, por su construcción, no existe un subconjunto propio que implique α , y por su construcción también, $\perp \notin Cn(J'')$, por lo que $J'' \in K \Downarrow \alpha$, y por lo tanto $\beta \in \bigcup (K \Downarrow \alpha)$. No es posible que $\perp \in Cn(J'')$, ya que $\beta \neq \alpha$ y $J'' \subseteq B$ y $B \cup \{\beta\} \not\vdash \perp$.

Para la segunda condición de la función, supongamos que $\emptyset \neq X \in (K \Downarrow \alpha)$, debemos demostrar que hay al menos un elemento ε de X que pertenece a $K \setminus (K = \alpha) = \sigma(K \Downarrow \alpha)$. $\varepsilon \in K \supseteq X$, por lo que habría que mostrar que $\varepsilon \notin K = \alpha$. Si $\varepsilon \in X \in (K \Downarrow \alpha)$, eso significa que $\alpha \notin Cn(\emptyset)$ y que $\perp \notin Cn(X)$ o $X = \{\alpha\}$. Sabemos por *éxito consistente* que, para todo subconjunto consistente H de $K = \alpha$, $\alpha \notin Cn(H)$. Para el primer caso, en que $\perp \notin Cn(X)$, $K = \alpha \not\subseteq X$ y por lo tanto que existe al menos un $\varepsilon \in X \subseteq K$ y $\varepsilon \notin K = \alpha$. Para el caso en que $X = \{\alpha\}$, por *éxito base*, si $\alpha \notin Cn(\emptyset)$, $\alpha \notin K = \alpha$ y tenemos un $\varepsilon \in X \subseteq K$ y $\varepsilon \notin K = \alpha$. Por lo que $X \cap \sigma(K \Downarrow \alpha) \neq \emptyset$.

Para finalizar, debemos mostrar que la operación construida $=_{\sigma}$ coincide con la definida por los postulados $=$. Por nuestra definición $\sigma(K \Downarrow \alpha) = K \setminus (K = \alpha)$, y puesto que $K \supseteq K = \alpha$ (por *inclusión*) $K = K = \alpha \cup \sigma(K \Downarrow \alpha)$, por lo que $K = \alpha = K \setminus \sigma(K \Downarrow \alpha)$.

Bibliografía

- Alchourrón, C., Gärdenfors, P. y Makinson, D. (1985), "On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions", *Journal of Symbolic Logic* 50, 510-530.
- Barwise, J. (1989), *The situation in logic*, Stanford: CSLI Lecture Notes.
- Benferhat S., Cayrol C., Dubois D., Lang J. y Prade H., (1993), "Inconsistency Management and Prioritized Syntax-Based Entailment", en *Proc. of the 13th Inter. Joint Conf. on Artificial Intelligence*, pp. 640-645.
- Birkhoff, G., (1967) *Lattice Theory*, Providence: AMS 3a ed.
- Bochman A., (2001), *A logical theory of nonmonotonic inference and belief change*, Berlin: Springer-Verlag..
- Cherniak, C., (1986), *Minimal Rationality*, Cambridge, Mass.: Bradford/MIT.
- da Costa N.C.A., J.Y. Béziau, J.Y., Bueno, O. (1995), "Aspects of Paraconsistent Logics", *Bulletin of the Interest Group in Pure and Applied Logic*, 3(4):597--614.
- Devlin, K. (1985), *Logic and information*, Nueva York: Cambridge University Press.
- Fine, K. (1991), "The study of ontology", *Noûs* 25:263-294.
- Fuhrmann, A., (1997), *An Essay on Contraction*, Stanford: CSLI Publications.
- Gärdenfors, P. (1988), *Knowledge in Flux. Modeling the Dynamics of Epistemic States*, Cambridge, Mass.: Bradford/MIT.
- Guarino, N. (1998) editor. *Formal Ontology in Information Systems*. IOS Press.
- Hansson, S. O., (1994) "Kernel Contraction", *Journal of Symbolic Logic*, Vol. 59, 845-859.
- Harper, W. (1977), "Rational Conceptual Change", *PSA 1976*, pp. 462-494.
- Levi, I. (1980), *The Enterprise of Knowledge*, Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Rescher, N. y Brandom, R., (1980), *The Logic of Inconsistency*, Oxford: Basil Blackwell.
- Restall, G. y Slaney, J., (1995) "Realistic Belief Revision", *Technical Report: TR-ARP-2-95*, Automated Reasoning Project, Australian National University.

Inconmensurabilidad y no solapamiento. Una ambigüedad planteada a través del concepto de categoría taxonómica en el último Kuhn.

Lucía Lewowicz[†]

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Antes que nada, acaso deba pedir disculpas por la, tal vez, excesiva longitud del título de este artículo, sin embargo, si los términos seleccionados por Kuhn hubiesen sido algo más cortos quizá no sería necesaria la disculpa. Como se habrá observado ya, vamos a desarrollar, básicamente, apenas un engarce de la cadena de ideas que forman el entramado de la nueva filosofía que el último Kuhn propone. Por “último Kuhn” voy a entender el conjunto de obras éditas del autor que se publicaron desde 1989 hasta 1993 además de algunas entrevistas que le hicieran a Kuhn y que fueron publicadas en el entorno de 1995. No vamos a aclarar por qué llamamos a este estadio del pensamiento de Kuhn una “nueva filosofía”; en otro lugar hemos desarrollado en detalle este asunto.¹ Lo que sí queremos señalar es que esta ponencia se inscribe dentro de una investigación que venimos realizando desde hace cierto tiempo y que se ocupa no sólo de este engranaje sino de algunos otros nudos de la madeja del pensamiento de dicho autor en ése período y que se reflejan solamente en sus obras éditas. Como resultado parcial de ella, hemos observado que la relación inconmensurabilidad–principio de no solapamiento puede ser clave para la reinterpretación de la filosofía del último Kuhn. No es necesario, no obstante, que se la vea como engarce o no. Y más allá de que se esté de acuerdo o en desacuerdo con las consecuencias que extraemos de la ambigüedad que encontramos en aquella relación, nos parece crucial que se lea la relación inconmensurabilidad-principio de no solapamiento con cierta sospecha –metodológica, al menos- que aquí pretendemos sembrar.

El principio de no solapamiento media entre la inconmensurabilidad que todos solemos tener *in mente* y el nuevo concepto de inconmensurabilidad horizontal, asociado al proceso de especiación que Kuhn describió por primera vez en *The road since Structure* (1991).

Cronológicamente hablando, en el último Kuhn, el concepto de inconmensurabilidad como sinónimo de intraducibilidad, aparece en la obra del

[†] luleges@adinet.com.uy

¹Lewowicz, L. (2005).

autor antes que el principio de no solapamiento, bastante antes. Es más, éste último aparece como un nuevo intento de elucidación de los primeros. Por lo tanto, se podría presumir que el principio de no solapamiento es lógica y teóricamente posterior al concepto de inconmensurabilidad. Sin embargo, cuando nos enfrentamos al análisis de los ejemplos kuhnianos que explicitan el principio, no sólo encontramos grandes dificultades para comprender su necesidad y utilidad sino que aquéllos ponen en cuestión, justamente, la relación lógica y teórica entre la inconmensurabilidad y el principio de no solapamiento. En el presente trabajo intentaremos mostrar la índole de dichas dificultades y esa puesta en cuestión.

Al menos desde 1987, fecha en la que Kuhn publica *What are scientific revolutions?*, el concepto de categoría taxonómica comienza a aparecer en la obra del autor con el propósito expreso de proceder a una descripción cabal de su tesis de inconmensurabilidad. Ya no se trata de dar cuenta de ésta como un problema de variación del significado meramente, ni como un problema de interpretación radical, ni como algo que le sucede a los lenguajes *in totum*. La inconmensurabilidad atañe a cierto tipo de términos, a las categorías taxonómicas, es decir, a sus variaciones; cambios estos que darían lugar a taxonomías léxicas diferentes.

En *The road since Structure* (1991) Kuhn establece dos propiedades esenciales (así las llama el propio Kuhn; los lectores podrán observar en el apéndice No. 2, al final del presente trabajo, la larga y errática lista de propiedades “no esenciales” de las categorías taxonómicas) de las clases o categorías taxonómicas. Por un lado, están etiquetadas como términos de clase en virtud de características léxicas como llevar el artículo indefinido. Por otro, las rige el principio de no solapamiento que postula que los referentes de dos términos de clase no pueden solaparse a menos que se relacionen como las especies con los géneros. En consecuencia, si los miembros de una comunidad hallan un camello que también sea una cebra, deberán rediseñar, al menos en parte, su taxonomía (qué quiere decir Kuhn con “al menos en parte” descansa en el más arcano de los misterios, como tantos otros de sus dichos). Esta es una de las tres situaciones que para Kuhn **generan** inconmensurabilidad y aquí el principio de no solapamiento es anterior, y no posterior, lógica y teóricamente, a la inconmensurabilidad. Si nosotros compartimos una taxonomía léxica que tiene como categorías separadas las de camello y de cebra y la naturaleza nos ofrece un ejemplar que comparte rasgos de ambas, no es que no podamos reconocer el ejemplar, no podemos clasificarlo. Como las categorías taxonómicas están regidas por el principio de no solapamiento, si los referentes de dos términos de clase se solapan en al menos un individuo, la taxonomía debe ser cambiada y excepto para el caso de la añorada “ciencia normal”, no es novedoso decir que cualquier cambio para Kuhn es inconmensurabilista, o, al menos, nunca dio ejemplos de cambios revolucionarios

que no lo fueran, aunque más no sea por razones didácticas. Las otras dos situaciones que **generan** inconmensurabilidad pueden ser observadas en el apéndice No. 3 al final del presente trabajo.

¿Qué significa que dos referentes deban relacionarse como las especies con los géneros y, si esto no sucede, que las taxonomías deban cambiar si las clases se solapan? Parece obvio que Kuhn tiene *in pectore* una noción de clase natural, aunque explícitamente, siempre en los textos éditos, se oponga a ello. Esto puede ser observado en el *Afterwords* de 1993. La relación lógica que Kuhn parece estar invocando, entonces, es la de la inclusión total: todo lo que pertenece y está incluido en la especie está incluido en y pertenece al género. Esta es la lógica de las taxonomías biológicas, como Hacking (en *Working in a new world: The Taxonomic Solution*, de 1993) lo destaca tan claramente. En consecuencia, el uso que Kuhn hace del término “taxonomía” es, **aparentemente**, estricto, si sólo consideramos los aspectos lógicos de las taxonomías. No podemos afirmar lo mismo, sin embargo, respecto al uso de términos como “categoría”; “clase” o bien, “categoría taxonómica”; o “ término taxonómico”; “término de clase” y similares que Kuhn usa como sinónimos. Específicamente, la noción de “categoría” empleada en el contexto de una taxonomía científica por parte de Kuhn, no refiere a la noción ordenadora de una taxonomía o “cabeza taxonómica” (como la llama Hacking). Para agregar ambigüedad al asunto, es conocida la dificultad de reconocer a ciencia cierta cuándo Kuhn habla de los objetos del mundo, de las clases o de los términos de clase, o hasta incluso de las conceptualizaciones acerca de las clases.

Los ejemplos que nuestro autor ofrece en 1991 son tres:

“No hay perros que sean gatos” (1991, p.115)

“No hay anillos de oro que también sean de plata” (Ibid.) y,

el muy reiterado ejemplo de los planetas para las taxonomías ptolemaica y copernicana.

Estos tres ejemplos muestran, aunque Kuhn no lo establezca, que para él las clases o categorías científicas o taxonómicas se toman como *infima species* (o especies minimales), es decir, como especies de individuos (elementos que no son, a su vez, conjuntos), que no admiten subdivisiones. Como ya se dijo, una subdivisión de una especie generaría inconmensurabilidad, puesto que para Kuhn genera una nueva especie. En la última obra de Kuhn no se encuentra contemplada la posibilidad de que una división dentro de una especie, produzca una subespecie o, simplemente, una raza. Las taxonomías de Kuhn se acaban en las especies. Es más, las taxonomías de Kuhn no sólo carecen de cabezas taxonómicas sino que están compuestas por categorías o clases científicas que difícilmente sean, todas, *taxas*.

En este trabajo nos concentraremos en el tercer ejemplo no sólo por ser el más, *prima facie*, científico (el de perros que no son gatos también podría serlo pero es aún más escueto que el de los planetas), sino también por la insistencia, a lo largo de toda su obra, del propio autor en él. Además, para nosotros, este ejemplo muestra con claridad en primer lugar, el **carácter aleatorio** de la aplicación del principio de no solapamiento; en segundo lugar, muestra la dificultad de considerar a las teorías científicas como taxonomías, puesto que Kuhn no ilustra cómo deberían ser ordenadas las últimas y esto se debe a la ausencia de “cabezas taxonómicas” en los conjuntos de clases presentes tanto en la astronomía griega dominante como en la moderna. Y, en tercer lugar, muestra la divergencia de conclusiones a las cuales podremos arribar si suponemos o bien que la inconmensurabilidad es anterior al principio de no solapamiento o bien la antelación de éste. Con esto pretendemos llegar a plantear la idea de que resulta extremadamente difícil saber qué clases, anteriores y posteriores, deben ser comparadas. Y por último, muestra cuán difícil es observar en dicho ejemplo la relación que el principio exige: sólo puede solaparse aquello que mantenga una relación de especie a género con algo otro.

Muy *grosso modo* Kuhn sostiene para 3), que el contenido del enunciado copernicano “los planetas giran alrededor del sol” no puede ser **expresado**² con algún enunciado que recurra a la taxonomía celestial ptolemaica como el enunciado “los planetas giran alrededor de la Tierra”. El término ‘planeta’ aparece como un término de clase en ambos, y las dos clases se solapan –**sin mantener una relación de especie a género, no obstante**– en los miembros que contienen, aunque no incluyan todos los cuerpos celestes contenidos en la otra. (1991, p. 117). Como a las clases las rige el principio de **no solapamiento**, debe producirse aquí un cambio de taxonomía que reclasifique lo que está solapado y este proceso generaría inconmensurabilidad. Pero, ¿qué es lo que está solapado? ¿Los referentes del término de clase “planeta”? Veamos el asunto con un poco más de detenimiento. La clase planeta estaba compuesta para los astrónomos griegos por siete miembros: el Sol, la Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Mercurio y Venus. En la astronomía de Copérnico y Galileo, Marte, Júpiter, Saturno, Mercurio y Venus siguen siendo planetas, pero resulta que no es para ellos que rige el principio de no solapamiento sino, insólitamente para los referentes que **no se solapan**, la Luna, el

² Permítanme aquí una breve digresión. Para el último Kuhn, la intraducibilidad se asocia a esta peculiar situación de **inefabilidad**. Algunos de los contenidos de una taxonomía antigua no pueden ser expresados o formulados en la taxonomía más moderna o reciprocamente. Pero así planteado el asunto, el problema de la inconmensurabilidad aparece lógica y teóricamente antes que el principio de no solapamiento. Es decir, dado que hay inconmensurabilidad las clases no pueden solaparse. Y esto parece violar la elucidación que el propio Kuhn dice pretender hacer de la tesis de la intraducibilidad.

Sol y la Tierra. ¿Estaríamos, entonces, frente a una diferencia de predicación? ¿Antes de Copérnico los planetas giraban en torno a la Tierra y después giran alrededor del Sol? Este parecería ser el caso ya que la diferencia se atenúa respecto a los sujetos de la predicación. Los referentes de 'planeta' para la teoría ptolemaica no son, **todos**, los mismos que para la teoría copernicana: existe solapamiento, es decir, existe intersección entre ambas clases de 'planeta' (pero además y dicho sea de paso, se está negando la segunda propiedad esencial de las clases taxonómicas o "principio de **no** solapamiento"). No se **desolapa** lo que efectivamente está, aún hoy, solapado; pero además, lo que aún hoy se mantiene solapado no manifiesta una relación de especie a género, único solapamiento permitido por Kuhn. El solapamiento de las clases "planeta copernicano" y "planeta ptolemaico" no mantiene una relación de especie a género y sin embargo se siguen solapando. ¿Cómo explicamos, entonces, que el principio de no solapamiento no rija en aquello que se solapa y rija en aquello que no se solapa? Júpiter y Marte son planetas en ambas taxonomías, por ejemplo. El Sol y la Luna eran planetas para la taxonomía ptolemaica pero la Tierra, no. Luego, en la taxonomía copernicana la Tierra se convierte en planeta como Marte y Júpiter, el Sol se transforma en estrella y la Luna en satélite. La Tierra, el Sol y la Luna, se reclasifican pero no estaban solapados en sendas clases de planetas, al contrario, estaban fuera de la intersección. La Luna será uno de los referentes de un término de clase nuevo, los satélites. Marte y Júpiter entre otros planetas, para ambas, se solapan en sendas taxonomías. El asunto relevante aquí será, entonces, que sigue existiendo solapamiento entre algunos de los referentes de las dos clases de 'planeta'. ¿Dónde, efectivamente, **no** existe solapamiento? En los predicados de los enunciados, en los siguientes conjuntos: "lo que gira en torno del Sol" y "lo que gira en torno de la Tierra", como reza el ejemplo de Kuhn. A primera vista aquí efectivamente existiría no solapamiento, ya que lo que gira en torno del Sol o lo que gira en torno de la Tierra serían, en sendos casos, los planetas. Ahora bien, si esto es así, entonces el principio de no solapamiento violaría el recurso a la inclusión total que Kuhn requirió al definirlo (la especie, está contenida propiamente en el género) y consecuentemente, no se podría señalar una relación de especie a género. Pensemos, por ejemplo, lo siguiente: la Luna sigue girando alrededor de la Tierra en el sistema copernicano tal cual lo hacía en el de Ptolomeo. La Luna pertenece a la clase de "lo que gira en torno de la Tierra" en ambas taxonomías aunque ya no sea un planeta, aunque sea un satélite para la taxonomía copernicana. Esto significa, entonces, que al menos en el conjunto o clase "satélite", existe un elemento, la Luna, que pertenece a las dos clases, la de "satélite" y la de "lo que gira alrededor de la Tierra". 'Satélite' no es una clase en la taxonomía ptolemaica, por lo tanto no habría solapamiento, pero se da el caso de que la Luna gira en torno a la Tierra, igual que como lo estipulaba la taxonomía

antigua: la Luna, en este ejemplo, no es del tipo de los “perros que sean gatos”, la Luna gira en torno a la Tierra y es un satélite. Ahora bien, si el principio de no solapamiento no es un intento de elucidación de la inconmensurabilidad conceptual sino la consecuencia de ésta, si no debemos explicar la inconmensurabilidad conceptual a través de la conceptualización kuhniana acerca de las categorías o clases taxonómicas, **si faltamos a la letra de Kuhn**, entonces, el ejemplo de las clases de ‘planeta’ efectivamente ilustra el principio de no solapamiento. Kuhn dice en *The road since Structure* (1991, p. 116)

Para salvar el vacío entre las comunidades se requeriría añadir a un léxico un término de clase que se solapara, **compartiera un referente**, con uno que ya está disponible. Esta es la situación que el principio de no solapamiento excluye. (Énfasis nuestro).

E pur, la Luna. Si esto es lo que Kuhn exige, ¿qué es anterior, la inconmensurabilidad o el principio de no solapamiento? Tomemos el caso de los perros que no son gatos. Dice Kuhn que si encontramos un perro que a su vez sea gato (cosa no del todo remota ni hoy ni cuando Kuhn escribió este artículo y siempre atendiendo al énfasis que Kuhn pone respecto de que no habla sólo de clases naturales) es decir, si dado un referente dos clases se solapan, igual que en el caso de la Luna, puesto que están regidas por el principio de no solapamiento, se generarán dos taxonomías, una que, por ejemplo, mantenga las dos clases separadas y sin tocarse y otra que incluya, reclasificándolo, al raro individuo. Estas taxonomías son para Kuhn inconmensurables ¿Por qué son inconmensurables? Aquí el principio de no solapamiento no parece ser muy útil para aclarar la noción de inconmensurabilidad.

Partamos, ahora, de otra base, dadas dos taxonomías léxicas que son inconmensurables (seguimos sin saber por qué lo son) la clase “satélite” no se solapa con ninguna clase anterior. La clase planeta **se solapa y no se solapa** en sus referentes con la clase anterior. ¿Qué ilustra el principio de no solapamiento aquí? Hay planetas que son planetas en ambas taxonomías: Júpiter y Marte se solapan aún y no producen cambios de taxonomías. La Tierra debe ser considerada un planeta hoy, cosa imposible para la taxonomía ptolemaica. El Sol y la Luna dejan de ser planetas y pasan a ser satélite y estrella respectivamente. Así pues, tenemos nuevas y **viejas** categorías que reidentifican los referentes de clases, ¿esto es resultado o causa? ¿Por qué el solapamiento de Júpiter y Marte no exigió cambiar el léxico puesto que hay inconmensurabilidad? -“Cedna” está produciendo ciertas dificultades de clasificación, ¿será que estamos presenciando los albores del fin de la astronomía moderna?- La Tierra no era un planeta para Ptolomeo, es decir, no hay solapamiento en el referente Tierra ¿Qué debemos buscar (ya no antes o

después), lo que se solapa o lo que no se solapa para explicar la inconmensurabilidad? ¿Cuándo y dónde es relevante el solapamiento o el no solapamiento? ¿Por qué debemos aplicar la inconmensurabilidad a los no solapamientos que Kuhn elija?

Supongamos que a un historiador de la ciencia se le ocurriera buscar otras taxonomías inconmensurables, si aceptamos que éstas lo sean ¿a qué debe prestar atención? ¿Qué le facilita el principio de no solapamiento? Desde nuestro punto de vista, nada mejoramos por este camino. Para elucidar el concepto de inconmensurabilidad e incluso el de intraducibilidad kuhnianos, debemos seguir apelando a las nociones de aprendizaje de los léxicos y a la de relaciones de semejanza y grupos de contraste y ver qué relevancia podría tener, en este contexto, el principio de no solapamiento.

Apéndices.

1) Propiedades esenciales de las categorías taxonómicas.

- i) Están precedidas por el artículo indefinido
- ii) Generalmente tienen nombres cortos.
- iii) Las rige el principio de no solapamiento que postula que:

“los referentes de dos términos de clase no pueden solaparse a menos que se relacionen como las especies con los géneros”. (Kuhn, 1991.)

2) Propiedades “no esenciales” de las categorías taxonómicas.

i) Son prerequisites para la comunicación sin problemas, si son compartidas (sic). (Kuhn, *The Road*, 1991, p. 115)

ii) Son prerequisites para tener creencias. (1991, Ibid.)

iii) Pertenecen a taxonomías léxicas. (1991, Ibid.) (No se ha elucidado aún, si pertenecen a las taxonomías como clases o como categorías, es decir, como cabezas taxonómicas)

iv) Están en un módulo mental, que Kuhn define, vagamente, por primera vez como un modo de operar. Por ello, son prelingüísticas; pero además, agrega, no habría por qué suponer que otros animales no poseyeran un módulo taxonómico tal. (1991, Ibid.) (¿La categoría taxonómica perro?)

v) “Como las categorías kantianas, el léxico proporciona las condiciones previas de experiencias posibles. Pero las categorías léxicas, a diferencia de sus antepasadas kantianas, pueden cambiar y lo hacen, tanto con el tiempo como con el paso de una comunidad a otra.” (1991, p. 129).

- vi) Los términos de clase son proyectivos: “saber cualquier término de clase es saber algunas generalizaciones satisfechas por sus referentes y estar equipados para ver otras. Algunas de estas generalizaciones son nómicas, admiten excepciones, otras no.” (1993, p. 274)
- vii) Los términos de clase se aprenden o bien por ostensión a ejemplos de contraste (podemos saber qué **no** es el Padre si, en cambio, sabemos qué es el Hijo), o bien holísticamente, junto a otros términos de clase (es imposible para Kuhn aprender el concepto de fuerza sin aprender a la vez el de masa y gravedad o aceleración y recíprocamente). (1993, Ibid.)
- viii) Los términos de clase generan expectativas en los miembros individuales de cada comunidad. El cambio de significado es una función de estas diferentes expectativas individuales respecto a los referentes estipulados por aquéllos, pero la variedad de expectativas dentro de una comunidad es finita. (1993, p. 275)
- 3) Situaciones que generarían inconmensurabilidad
- i) Algunas de las clases de dos taxonomías sucesivas, se solapan (el ejemplo de “planeta”). (*The Road*, 1991) o bien,
- ii) Una de las clases de la antigua taxonomía se subdivide en la nueva (el ejemplo de “agua” y “**agua**” o “deuterio”). (*Possible Worlds*, 1989) o bien,
- iii) Se crea una nueva clase (el ejemplo de “satélite”). (*The Road*, 1991)

Bibliografía

- Hacking, I. (1993) “Working in a New World: The Taxonomic Solution”. En P. Horwich (ed.) (1993) *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kuhn, T. S. (1987) “What are Scientific Revolutions?”. En J. Conant & J. Haugeland (comps.) (2002) *Thomas S. Kuhn. El camino recorrido desde la Estructura*. Barcelona: Paidós.
- Kuhn, T. S. (1989) “Possible Worlds in History of Science”. En J. Conant & J. Haugeland (comps.) (2002) *Thomas S. Kuhn. El camino recorrido desde la Estructura*. Barcelona: Paidós.
- Kuhn, T. S. (1991) “The road since *Structure*”. En J. Conant & J. Haugeland (comps.) (2002) *Thomas S. Kuhn. El camino recorrido desde la Estructura*. Barcelona: Paidós.
- Kuhn, T. S. (1993) “Afterwords”. En J. Conant & J. Haugeland (comps.) (2002) *Thomas S. Kuhn. El camino recorrido desde la Estructura*. Barcelona: Paidós.
- Lewowicz, L. (2005) *Del relativismo lingüístico al relativismo ontológico en el último Kuhn*. Universidad de la República. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Montevideo.

El problema de la reducción de la química a la física*

Olimpia Lombardi[†]

CONICET – Universidad de Buenos Aires – Universidad Nacional de Quilmes

Martín Labarca[‡]

Universidad Nacional de Quilmes – Universidad del Salvador

1.- Introducción

La filosofía de la ciencia del siglo XX ha prácticamente ignorado los problemas filosóficos de la química, en marcado contraste con la extensa historia de la química como disciplina científica y su posición relevante en el contexto de las ciencias naturales. Esta situación fue principalmente resultado del supuesto metafísico según el cual el mundo químico se reduce ontológicamente al ámbito físico.

El objetivo del presente trabajo consiste en presentar, desde una perspectiva crítica, el modo en que la concepción de las relaciones entre química y física ha ido variando durante las últimas décadas. En particular, dicha concepción ha pasado del reduccionismo tradicional, al rechazo de la reducción epistemológica pero reteniendo la reducción ontológica o, en algunos casos, adoptando posturas emergentistas. Sólo muy recientemente ha surgido una nueva perspectiva que no sólo rechaza la reducción ontológica, sino también toda dependencia ontológica vinculada con la noción de emergencia. Esta nueva perspectiva permite defender la autonomía ontológica del mundo químico, sin subordinación o dependencia alguna respecto del mundo de la física.

2.- El retraso en el surgimiento de la filosofía de la química

Entre las causas que impidieron el desarrollo de la filosofía de la química, el advenimiento de la mecánica cuántica ha jugado un papel decisivo. El supuesto de que cualquier sistema químico puede ser comprendido en términos mecánico-cuánticos (Dirac, 1929), junto con el notable éxito de la teoría, llevó a eminentes

* Este trabajo fue posible gracias al apoyo del CONICET y de la Universidad Nacional de Quilmes.

[†] olimpiafilo@arnet.com.ar

[‡] mglabarca@unq.edu.ar

físicos y filósofos a asumir que la química puede ser completamente reducida a las leyes de la física elemental. Esta idea se propagó rápidamente, y aún en la actualidad sigue siendo ampliamente aceptada en el seno de la comunidad científica (*cf.*, por ejemplo, Wasserman y Schaefer, 1986).

De ser válido tal supuesto, las entidades químicas no serían más que entidades físicas y, por tanto, cualquier problema filosófico de la química podría ser abordado desde la filosofía de la física. Este enfoque no sólo priva de objeto específico a la filosofía de la química, sino que convierte a la química en un capítulo de la física y a los químicos en científicos que sólo se dedican a una “física aplicada”. Al asumirse el supuesto de la reducción ontológica de la química como “cosa juzgada”, las ciencias químicas no presentarían problemas filosóficos interesantes. Sin duda, como afirma Psarros (1998), la conclusión que lleva a prescindir del análisis filosófico del mundo químico es, en sí misma, una afirmación filosófica.

Sin embargo, durante las últimas décadas, una nueva generación de químicos y filósofos de la química ha comenzado a desafiar esta concepción tradicional. Estos autores rechazan explícitamente la supuesta reducción *epistemológica* de la química a la física con el propósito de recuperar la autonomía de la química como disciplina científica y, *a fortiori*, respaldar la legitimidad de la filosofía de la química como ámbito de reflexión filosófica. No obstante, tal como se desarrollará en el próximo apartado, esta línea de argumentación no brinda aún bases suficientes para desterrar la idea de una dependencia jerárquica de la química respecto de la física.

3.- Reducción epistemológica y reducción ontológica

La línea de argumentación más frecuente propuesta por los filósofos de la química para defender la autonomía de la química y la legitimidad de su propio campo de investigación es la que enfatiza la imposibilidad de reducción epistemológica de la química a la física. En su versión tradicional, la *reducción ontológica* implica que las supuestas entidades de los estratos no fundamentales de la realidad no son más que entidades o agregados de entidades pertenecientes al estrato considerado fundamental. Por lo tanto, el reduccionismo ontológico es una tesis metafísica eliminativista, que admite la existencia real y objetiva de un único nivel de la realidad; los restantes niveles sólo poseen una existencia meramente subjetiva o aparente. La *reducción epistemológica* se refiere, por el contrario, a la dependencia lógica entre teorías científicas: una teoría puede reducirse a otra cuando puede deducirse de aquélla. De este modo, el reduccionismo epistemológico resulta ser una tesis epistemológica según la cual la ciencia puede

(o debe) ser unificada deduciendo todas las teorías científicas a partir de una única teoría privilegiada.

En las últimas décadas, muchos autores han argumentado en favor de la autonomía de la química sobre la base de la imposibilidad manifiesta de reducir ciertos conceptos y leyes químicas a la mecánica cuántica, concebida como la teoría fundamental de la física (*cf.*, por ejemplo, Bunge, 1982; Primas, 1983; Hoffman, 1988; Scerri y McIntyre, 1997; Vemulapalli y Byerly, 1999). En su rechazo de la reducción epistemológica, Scerri (2004) ha enfatizado que, a pesar de los esfuerzos de muchos físicos y químicos cuánticos, la mecánica cuántica no puede explicar la configuración electrónica exacta de los átomos que determina las propiedades químicas y, como resultado, tampoco el lugar de cada elemento en la tabla periódica. Esto se debe a que la solución de la ecuación de Schrödinger –la ecuación fundamental de la mecánica cuántica– es aproximada para sistemas multielectrónicos.

Sin embargo, la reducción ontológica suele no ser puesta en duda: analizadas en profundidad, las entidades químicas son entidades físicas. Por ejemplo, Vemulapalli y Byerly (1999) y Le Poidevin (2005) adoptan una posición fiscalista según la cual, si bien las propiedades de un sistema químico no pueden efectivamente derivarse de las propiedades físicas, la realidad química se reduce ontológicamente a la física fundamental. A su vez, Luisi (2002) reemplaza la distinción entre reducción epistemológica y ontológica por la distinción entre deducibilidad *en principio* y deducibilidad *efectiva* o *práctica*: las propiedades químicas son “en principio” deducibles de las propiedades físicas; sin embargo, no pueden ser derivadas efectivamente de las propiedades del nivel físico “*debido a dificultades técnicas, tales como la carencia de fuerza computacional o el progreso insuficiente de nuestros conocimientos*” (Luisi 2002, p.192). Otros autores explícitamente subordinan una mejor comprensión de los fenómenos químicos al avance en la investigación en química cuántica (Mainzer, 1998; Nesbet, 2000).

Uno de los ejemplos más discutidos últimamente es el que se refiere al concepto de orbital electrónico, que suele definirse como la región del espacio, próxima al núcleo atómico, donde existe la mayor probabilidad de encontrar un electrón. En general, los químicos y los educadores en química suelen atribuir a los orbitales una existencia definida. Sin embargo, desde el punto de vista de la mecánica cuántica, un orbital no es más que la herramienta matemática –la función de onda ψ , solución de la ecuación de Schrödinger– que permite calcular dicha probabilidad (*cf.* Ogilvie, 1990).

No obstante, en 1999 una noticia, que fuera tapa de *Nature*, conmovió el mundo de la química: los orbitales habían sido visualizados y fotografiados por primera vez (Zuo *et al.*, 1999). El hallazgo se difundió rápidamente y fue

nominado como uno de los cinco *highlights* del año en la química (Zurer, 1999). Pese al impacto y a la expectativa que generó dicha comunicación, algunos autores objetaron rápidamente las conclusiones obtenidas por los experimentadores señalando que los orbitales no pueden visualizarse, no sólo porque las funciones de onda no son observables, sino porque los orbitales son sólo ficciones matemáticas desprovistas de cualquier existencia real (Wang y Schwarz, 2000). La discusión se reabrirá, seguramente, dado que fue recientemente anunciada la visualización tomográfica de orbitales moleculares del nitrógeno en fase gaseosa (Itatani *et al.*, 2004).

Estas afirmaciones indican que parece existir un consenso entre muchos filósofos de la química respecto de la relación entre química y física: la reducción epistemológica debe ser rechazada, pero la reducción ontológica no puede negarse. Por lo tanto, las entidades y propiedades de la química adquieren una existencia meramente aparente. Si bien estos argumentos preservan la autonomía de la química como actividad científica, no son suficientes para revertir su posición secundaria respecto de la física. En efecto, aun admitiendo la imposibilidad de reducción epistemológica, la reducción ontológica del mundo químico al mundo físico ubica las entidades químicas en el reino de lo ilusorio o subjetivo; las propiedades químicas sólo se nos manifiestan debido a nuestras limitaciones técnicas o intelectuales. En otras palabras, si la “verdadera” realidad está poblada por las entidades y las propiedades reales de la física fundamental, la física estudia la única ontología objetiva –esto es, la realidad tal como es en sí misma–, mientras que la química es una disciplina meramente fenomenológica que estudia los fenómenos tal como se presentan a nuestros limitados poderes de observación y cálculo.

4.- Emergencia, superviniencia y fisicalismo

Frente al fracaso de la noción clásica de reducción (Nagel, 1961), en algunos casos la atención se centró en determinar si la dependencia de lo químico sobre lo físico podía elucidarse, por ejemplo, por medio de las relaciones de superviniencia o de emergencia. Estas posiciones están fuertemente vinculadas a un fisicalismo no-reductivo, es decir, combinan monismo físico y autonomía conceptual para las ciencias especiales: las entidades químicas, si bien objetivamente existentes, surgen, “emergen” a partir del nivel físico fundamental.

Por ejemplo, Bunge (1982) considera que la composición es una propiedad emergente que varía en el tiempo; Luisi (2002) menciona la aromaticidad y las reacciones de formación de moléculas a partir de sus constituyentes atómicos como fenómenos emergentes. Por su parte, Hendry (1999) analiza si las entidades químicas supervienen a las entidades físicas, y Bishop (2004) considera que una

adecuada elucidación del concepto de emergencia permite vincular apropiadamente la mecánica cuántica y la química molecular.

Una nota común a estos dos tipos de relaciones interteóricas, consiste en concebirlas como relaciones asimétricas. En el emergentismo, en particular, si un ítem A emerge a partir de un ítem (o un conjunto de ítems) B, entonces B no emerge de A: A, y no B, es el ítem emergente. En algunos casos, la emergencia es caracterizada en términos de implicación: la descripción completa de B ofrece condiciones necesarias pero no suficientes para la derivación de la descripción de A (Atmanspacher y Bishop 2006). Ahora bien, si la emergencia se concibe como una relación ontológica, su asimetría también debe expresar una cierta asimetría ontológica entre los ítems involucrados. Las raíces de tal asimetría pueden hallarse en una de las tesis básicas que, según Stephan (1998, p.640), caracterizan a todas las formas de emergentismo: el *monismo físico*, esto es, la tesis según la cual todas las entidades del universo están constituidas por partes físicas. De este modo, los ítems emergentes son instanciados por sistemas que consisten solamente en partes físicas. A su vez, esta tesis es pasible de una subdivisión en dos posiciones (*cf.* Kim 1995), que pueden ser admitidas independientemente o en su conjunto: el *fisicalismo de entidades*, según el cual todos los individuos del universo son particulares físicos o sus agregados, y el *fisicalismo de propiedades*, según el cual todas las propiedades de los individuos del universo son propiedades físicas.

Si bien rechazando la reducción ontológica, las posiciones emergentistas adjudican a la ontología química una existencia secundaria o derivada: su dependencia ontológica implica una relación de subordinación del mundo químico respecto del mundo físico. En otras palabras, mientras que la química se ocupa de entidades y propiedades derivadas o dependientes, la física estudia el nivel fundamental y más profundo de la realidad. De este modo, continúa admitiéndose la tradicional jerarquía de las ciencias naturales, que ubica a la física en un lugar de privilegio.

5.- Una perspectiva incipiente: el rechazo de la reducción ontológica

Como afirma van Brakel, los problemas abordados en la filosofía de la química generalmente “*tienen poca influencia en las discusiones acerca de la autonomía ontológica de la química*” (van Brakel 2000a, p.121). Sin embargo, al ignorar la cuestión de la autonomía ontológica, se pierde de vista una relevante cuestión filosófica: ¿por qué la física es una ciencia fundamental, pero la química es una ciencia meramente “secundaria”?

Recién durante los últimos años, algunos autores han comenzado a dirigir su atención al problema de la autonomía ontológica de la química respecto de la física. Por ejemplo, van Brakel (2000a, b) aboga por abandonar la relación

asimétrica entre física y química, ya que: “*El mismo evento puede tener una descripción física y una química [...] pero no existe una descripción privilegiada*” (van Brakel 2000b, p.171); por lo tanto, “*podríamos ser suficientemente tolerantes para dejar igual espacio ontológico para el agua tal como se manifiesta, el agua en términos de la teoría termodinámica de las sustancias, la estructura molecular del agua (‘construida’ a partir de mediciones espectroscópicas), las ecuaciones mecánico-cuánticas ‘adecuadas’ para una molécula de agua aislada, y los experimentos con moléculas aisladas de agua*” (van Brakel, 2000b, pp.147-148).

Por su parte, en sus artículos más recientes Scerri (2000) propone una posición intermedia entre el realismo y el reduccionismo ontológico, lo cual conduce a la autonomía de la química como resultado de una forma de liberación del “imperialismo de la física”. De acuerdo con este nuevo enfoque, la interpretación de los términos científicos es contextual, es decir, depende de cada teoría. Scerri defiende consistentemente la autonomía de las ciencias “secundarias” argumentando en favor de niveles autónomos de la realidad aunque relacionados entre sí. Dado que una simple extrapolación de las leyes que rigen las partículas atómicas no es adecuada para comprender fenómenos en escalas crecientes de complejidad (Anderson, 1972; Gilli, 2000), parece evidente entonces que cada fenómeno debe explicarse en el nivel ontológico adecuado (Nurse, 1997).

Van Brakel y Scerri comienzan a defender un pluralismo de niveles ontológicos donde las entidades químicas y físicas existen con igual grado de objetividad y sin prioridad ontológica del nivel físico. A su vez, muy recientemente se ha argumentado que, para impugnar la jerarquía tradicional de las ciencias naturales, es necesario rechazar no sólo la reducción epistemológica y la reducción ontológica, sino también la dependencia ontológica del mundo químico respecto del mundo físico (Lombardi y Labarca 2004, 2005, 2006). Esta posición se basa en un *pluralismo ontológico* de raíz kantiana, inspirado en el realismo internalista de Putnam (1981), según el cual no existe el punto de vista privilegiado del “Ojo de Dios”: tenemos acceso a la realidad sólo a través de nuestras teorías; cada esquema conceptual constituye su propia ontología, que recorta sus entidades y propiedades a partir de un mismo sustrato nouménico. Los supuestos tradicionales de reducción o dependencia ontológica del mundo químico respecto del mundo de la física se basan en la injustificada creencia de que la mecánica cuántica describe, al menos aproximadamente, la realidad en sí misma. Desde una perspectiva legítimamente pluralista, por el contrario, la ontología cuántica es tan teórico-dependiente como la ontología química: puesto que no existe perspectiva privilegiada, ambas son igualmente objetivas y no existe prioridad alguna entre ellas. Este pluralismo ontológico requiere admitir que, además de las leyes “horizontales” intrateóricas, existen también leyes interteóricas “verticales” que conectan distintas teorías y que refieren a las

relaciones objetivas entre ontologías igualmente objetivas. Por lo tanto, vivimos en una realidad fenoménica diversificada, organizada en múltiples ontologías, cada una de las cuales se encuentra relacionada de un modo no trivial con las restantes. Sobre esta base, las propiedades químicas, como quiralidad, enlace químico o estructura molecular, no necesitan referirse a propiedades físicas para adquirir legitimidad ontológica: son propiedades pertenecientes al mundo de la química, y su objetividad no depende de su reducción o emergencia ontológica respecto de las propiedades supuestamente más básicas de la física.

6.- Conclusiones

Luego de largo tiempo de verse postergada, durante las últimas décadas la filosofía de la química ha experimentado un rápido crecimiento, ocupando en la actualidad una posición reconocida en el ámbito de las filosofías de las ciencias especiales. Si bien sus intereses y temáticas se han diversificado durante este proceso, el problema de las relaciones entre física y química siguen concentrando la atención de los investigadores. Esto se debe, no sólo a que el problema se vincula estrechamente con discusiones tradicionales de la filosofía de la ciencia, sino al hecho de que las posturas a este respecto influyen decisivamente sobre el modo de concebir la química como disciplina científica y sobre la propia legitimidad de la filosofía de la química como ámbito de reflexión filosófica.

En este trabajo hemos presentado un examen crítico del modo en que la concepción de las relaciones entre química y física ha ido variando durante las últimas décadas. En particular, hemos señalado que sólo muy recientemente se han presentado posiciones capaces de defender la autonomía ontológica del mundo químico y, con ello, de revertir la tradicional visión de la química como disciplina secundaria respecto de la física. Es de esperar que, en el futuro, las discusiones ontológicas adquieran un papel aún más relevante en la filosofía de la química, a fin de contribuir a esclarecer la naturaleza de aquello de lo que nos habla una disciplina tan fecunda y pragmáticamente exitosa como la química.

Referencias bibliográficas:

- Anderson, P. W. (1972), "More is Different. Broken Symmetry and the Nature of the Hierarchical Structure of Science", *Nature* 177, 393-396.
- Atmanspacher, H. and Bishop, R. (2006), "Stability Conditions in Contextual Emergence", *Chaos and Complexity Letters*, en prensa.
- Bishop, R. (2004), "Patching Physics and Chemistry Together", *19th Philosophy of Science Association Meeting*, Austin, Texas, USA, November 18-20.

- Bunge, M., (1982), "Is Chemistry a Branch of Physics?", *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 13, 209-223.
- Dirac, P. A. M. (1929), "Quantum Mechanics of Many-Electron Systems", *Proceedings of the Royal Society* A338, 714-733.
- Gilli, G. (2000), "Struggling with Complexity", *Nature* 407, 296.
- Hendry, R. (1999), "Molecular Models and the Question of Physicalism", *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry* 5, 143-160.
- Hoffman, R. (1988), "Under the Surface of the Chemical Article", *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 27, 1593-1602.
- Itatani, J., Levesque, J., Zeidler, D., Niikura, H., Pépin, H., Kieffer, J.C., Corkum, P.B. y Villeneuve, D.M. (2004), "Tomographic Imaging of Molecular Orbitals", *Nature* 432, 867-871.
- Kim, J. (1995), "Physicalism in the Philosophy of Mind", Honderich, T. (Ed.), *The Oxford Companion to Philosophy*, New York: OUP, 679-680.
- Le Poidevin, R. (2005), "Missing Elements and Missing Premises: A Combinatorial Argument for the Ontological Reduction of Chemistry", *British Journal for the Philosophy of Science* 56, 117-134.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2004), "En Defensa de la Autonomía Ontológica del Mundo Químico", *Diálogos* 84, 51-70.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005), "The Ontological Autonomy of the Chemical World", *Foundations of Chemistry* 7, 125-148.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2006), "The Ontological Autonomy of the Chemical World: A Response to Needham", *Foundations of Chemistry* 8, en prensa.
- Luisi, P. L. (2002), "Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence", *Foundations of Chemistry* 4, 183-200.
- Mainzer, K. (1998), "Computational and Mathematical Models in Chemistry: Epistemic Foundations and New Perspectives of Research", Janich, P. y Psarros, N. (Eds.), *The Autonomy of Chemistry: 3rd Erlenmeyer-Colloquy for the Philosophy of Chemistry*, Würzburg: Königshausen & Neumann, 33-50.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science*, New York: Harcourt, Brace & World.
- Nesbet, R. (2000), "Letter to the Editor", *Foundations of Chemistry* 2, 75-76.
- Nurse, P. (1997), "The Ends of Understanding", *Nature* 387, 657.
- Ogilvie, J. F. (1990), "The Nature of the Chemical Bond-1990: There Are No Such Things as Orbitals!", *Journal of Chemical Education* 67, 280-289.
- Primas, H. (1983), *Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism*, Berlin: Springer.
- Psarros, N. (1998), "What Has Philosophy to Offer to Chemistry?", *Foundations of Science* 1, 183-202.

- Putnam, H., (1981). *Reason, Truth and History*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Scerri, E. (2000), "Realism, Reduction and the 'Intermediate Position'", Bhushan, N. y Rosenfeld, S. (Eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, New York: OUP, 51-72.
- Scerri, E. (2004), "Just How Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry?", *Foundations of Chemistry* 6, 93-116.
- Scerri, E. y McIntyre, L. (1997), The Case for the Philosophy of Chemistry, *Synthese* 111, 213-232.
- Stephan, A. (1998), "Varieties of Emergence in Artificial and Natural Systems", *Zeitschrift fur Naturforschung*, 53c, 639-656.
- van Brakel, J. (2000a), *Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image*, Leuven: Leuven University Press.
- van Brakel, J. (2000b), "The Nature of Chemical Substances", Bhushan, N. y Rosenfeld, S. (Eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, New York: OUP, 162-184.
- Vemulapalli, G. y Byerly, H. (1999), "Remnants of Reductionism", *Foundations of Chemistry* 1, 17-41.
- Wang, S. G. y Schwarz, W. H. (2000), "On Closed-Shell Interactions, Polar Covalences, d Shell Holes, and Direct Images of Orbitals: The Case of Cuprite", *Angew. Chemie Int. Ed.* 39, 1757-1762.
- Wasserman, E. y Schaefer, H.F. (1986), "Methylene Geometry", *Science* 233, 829.
- Zuo, J. M., Kim, M., O'Keefe, M. y Spence, J. C. H. (1999), "Direct Observation of d-Orbital Holes and Cu-Cu Bonding in Cu₂O", *Nature* 401, 49-52.
- Zurer, P. (1999), "Chemistry's Top Five Achievements", *Chemical & Engineering News* 77, 38-40.

La estructura pragmática de la ciencia

César Lorenzano
Universidad Tres de Febrero

Introducción

El origen de este escrito se encuentra en la sorprendente constatación de que mientras la ciencia estudia fenómenos situados espacio-temporalmente, gran parte de los filósofos de la ciencia considera que ese conocimiento es de una peculiar calidad no espacio-temporal, a la que denomina abstracta. Por supuesto, esto choca frontalmente con el supuesto ampliamente aceptado de que la filosofía de la ciencia es una *ciencia de la ciencia*, ya que su objeto de análisis, al ser abstracto, diferiría radicalmente del de la ciencia.

Esta contradicción se acentúa si sabemos que el platonismo inhibe preguntas fértiles acerca de las relaciones entre lógica, lenguaje, conocimiento, psicología que se responden desde la neurofisiología –una disciplina algo más que centenaria de un enorme desarrollo actual– o el más reciente cognitivismo.

En este artículo se sostiene una posición que difiere del platonismo y del aristotelismo, y que posee entre sus miembros a conocidos filósofos contemporáneos como W.V. Quine, Nelson Goodman, Hartrich Field, o incluso Ludwig Wittgenstein. Me refiero al nominalismo, una tradición de pensamiento que si bien se sitúa en la periferia de las corrientes ontológicas actuales, tuvo un rol determinante en el origen de la filosofía de la ciencia de nuestros días, como lo expresa Otto Neurath:

Dado que toda la filosofía moderna tiene sus orígenes en los Escolásticos, no es sorprendente que el empirismo lógico también sea la continuación de ciertos precursores escolásticos, los nominalistas (1936, v.i. 1983 p. 165; traducción del autor).

El nominalismo que expondremos considera que sólo cuando se excluye a los sujetos epistémicos –y a su constitución psíquica– del análisis del conocimiento y del lenguaje, aparecen doctrinas tan extrañas como la que postula la existencia de un tipo de entidades sin situación espacio-temporal –*abstractas*, en suma–.

Quisiera sostener, en contraposición, la tesis –por otra parte no demasiado original– de que no hay conocimiento por fuera de los sujetos epistémicos y que los objetos abstractos son una invención útil para manejarse con comodidad con las matemáticas sin demasiados cuestionamientos, pero que porta consigo un platonismo abierto o vergonzante.

Esta convicción toma en cuenta centralmente las enseñanzas de la filosofía de la ciencia actual, de las que quizás no se han extraído todas sus consecuencias.

Me refiero sobre todo a la idea, por lo demás suficientemente compartida por la comunidad epistemológica, que el agente social de la ciencia es una comunidad científica. Como sabemos, se trata de un elemento pragmático introducido en el análisis de la evolución de la ciencia por Thomas Kuhn, y que es central a la hora de reconstruir formalmente el desarrollo diacrónico de las teorías –como lo hace C.U. Moulines (1982), cuando lo incluye entre los elementos del predicado conjuntista con el que caracteriza la evolución histórica de la mecánica clásica newtoniana–.

El presente artículo se propone ahondar en esta corriente que introduce en la discusión epistemológica los aspectos pragmáticos de la ciencia, y el rol del sujeto epistémico en su uso y desarrollo, para argumentar y finalmente proponer una estructura de la ciencia que sea consistente con un nominalismo pragmático, que utiliza únicamente entidades espacio-temporales para explicar el conocimiento.

Comenzaremos nuestra argumentación cuestionando el platonismo de Popper desde la concepción de la ciencia de Thomas Kuhn, mostrando que el conocimiento sin sujeto epistémico no se infiere de su muy conocido experimento mental. Al contrario, es posible rechazarlo, y al mismo tiempo establecer la necesidad de los sujetos epistémicos para comprender al conocimiento científico. A continuación, indicamos que para la filosofía de la ciencia contemporánea es necesario considerar no sólo a los elementos lingüísticos del conocimiento, sino también a las percepciones estructuradas y a las habilidades prácticas específicas de cada teoría, residentes, como no puede ser de otra manera, en el psiquismo de los sujetos epistémico.

Posteriormente, y liberando la propuesta de Popper de sus aspectos platónicos, propondremos una estructura para las teorías científicas consistente con el nominalismo anteriormente mencionado.

Segundo mundo de los hombres o tercer mundo objetivo

Como se advierte, la posición que sostenemos puede presentarse como opuesta al tercer mundo popperiano de conocimiento objetivo.

Su enfoque es bien conocido. En el conocimiento científico podemos considerar tres mundos, y sus relaciones. Uno es el mundo de los fenómenos empíricos. Otro es el de los hombres, los científicos, que los estudian. En lo que hace a nuestro análisis, nos centraremos en el tercero, el mundo –que según Popper– es un mundo platónico¹ de los objetivos, problemas, soluciones y teorías científicas, que es autónomo con respecto al psiquismo de los científicos.

En un conocido *experimento mental* propone una situación en la que se han destruido todas nuestras herramientas, máquinas, y nuestro conocimiento subjetivo de ellas, pero sobreviven los libros y nuestra capacidad de aprender. En esta situación, concluye Popper que el mundo tal como lo conocemos puede reconstruirse tras muchas penalidades. Agrega que no es posible hacerlo si además se han destruido las bibliotecas (Popper 1974 p. 108: “en este segundo caso, nuestra civilización no volvería a emerger hasta el cabo de muchos milenios.”)

Según Popper, este experimento mental prueba la existencia de tercer mundo objetivo –*platónico*– de contenidos lógicos, y muestra la irrelevancia de los sujetos epistémicos como portadores del conocimiento –no en balde el artículo se denomina *Conocimiento sin sujeto epistémico*–.

Dejemos de lado el problema de si es posible aprender ciencia sólo leyendo textos, sin maestros que guíen las interpretaciones correctas, y enseñen a percibir y actuar sobre los objetos de la ciencia. Para muchos autores, incluyendo a Kuhn, habría sólidas razones para pensar que esto es cuestionable.

Es curioso que Popper mencione a ese tercer mundo en algunos puntos de su escrito como integrado por los textos científicos, y en otros por su contenido lógico. Esta es parte de su estrategia, pues así, cuando muestra que la civilización se puede reconstruir aprendiendo de los textos, traslada el asentimiento que provoca en el lector esa afirmación hacia los contenidos lógicos... acerca de cuya existencia no ha argumentado en ningún momento. La maniobra posee sus propios inconvenientes. Por un lado, para que sea válida, requiere que los libros contengan al mismo tiempo los textos científicos, y sus contenidos, y que al leerlos, se acceda a un mundo platónico; una redundancia ontológica innecesaria, ya que los textos

¹ Popper (1974, p. 106) inicia su artículo mencionado que su conferencia podría llamarse “Teoría del mundo platónico”, o “Teoría del Espíritu Objetivo”. Prefiere llamarlo “el tercer mundo”, pues aunque añade a continuación que “tiene que mucho que ver con la teoría de las Formas o Ideas de Platón, y por lo tanto también con el espíritu objetivo de Hegel”. Posteriormente acota que “difiere radicalmente en algunos aspectos de las teorías de Platón y Hegel”, caracterizándola con mayor precisión al decir que “Mi tercer mundo se asemeja, en mayor medida, al universo de los contenidos objetivos del pensamiento de Frege”. Es innecesario comentar que desde el punto de vista nominalista, el pensamiento de Frege es una de las variantes del platonismo, como lo es toda postulación de entidades abstractas. Por supuesto, el platonismo no es, como ninguna otra posición filosófica, único ni uniforme.

bastan por sí solos para que se pueda aprender de ellos, al ser comprendidos por un sujeto epistémico. Por otra parte, si los contenidos son destruidos junto con los libros, exhiben una condición espacio temporal, insólita para un mundo abstracto.

Quisiera oponerle ahora el siguiente experimento mental: han sido destruidas las herramientas y máquinas, y además quemados todos los libros, pero no han sido extirpados de la memoria de los hombres. En este caso, los libros se rehacen, aunque con algunas diferencias, mínimas, si quienes los recuerdan poseen una buena memoria. Esta experiencia fue narrada magistralmente por Ray Bradbury (2003). Por supuesto, aun antes de rehacer los libros, la civilización es puesta nuevamente en marcha por quienes nunca perdieron el conocimiento necesario para construir máquinas y herramientas.

En este experimento mental cobra fuerza nuestra afirmación de que el conocimiento reside en el psiquismo de los sujetos epistémicos, más que en los escritos, a los que caracterizamos como el medio con la cual se *comunica* ese conocimiento a los demás.

Quisiera señalar que la posición de Popper coincide con la caracterización habitual de las teorías científicas como entidades abstractas, ya sea que se las considere un conjunto de *proposiciones* si se sigue la versión tradicional, o un conjunto de *modelos*, si se prefiere la versión de las concepciones semánticas. Una posición que presenta la enorme dificultad de explicar cómo es posible que algo que no está en el espacio y el tiempo interactúe causalmente con seres físicos como los humanos. El problema se arrastra desde los tiempos en que Platón planteara su concepción de lenguaje y el conocimiento, sin que se lo haya solucionado desde entonces.

Los elementos no lingüísticos del conocimiento científico

Luego de mostrar la plausibilidad de que el conocimiento reside en el psiquismo de los sujetos epistémicos –interpretando a la comunidad científica como un grupo social constituido por la interacción de individuos, tal como lo hace Kuhn–, nos centraremos en dos aspectos centrales del conocimiento que surgen asimismo de la filosofía de la ciencia actual.

Argumentamos anteriormente que los elementos lingüísticos del conocimiento –los textos científicos– se aprenden correctamente sólo si son enseñados por miembros autorizados de una comunidad científica. Es menos notorio que lo mismo sucede con otros componentes, específicamente psicológicos, sin los cuales no hay conocimiento posible.

El primero de ellos es la *Gestalt* con la cual se reconocen como tales a los objetos propios de la teoría. Su introducción es imprescindible, puesto que al abandonarse la concepción estándar de un lenguaje observacional general, la

percepción tiene necesariamente que encontrarse especializada para cada teoría, y aprenderse en su especificidad. Es parte de su identidad. Siguiendo las enseñanzas de Wittgenstein y Kuhn, diremos que sin la interiorización de la compleja *Gestalt* de los ejemplares paradigmáticos de una teoría, no se puede identificar posteriormente otros ejemplares de la misma.

El segundo es el conocimiento práctico con el cual los científicos manipulan a los objetos propios de la teoría, a fin de diseñar con ellos las situaciones experimentales. Son nuevamente, parte de un “know how” específico, y no general.

Gestalten y habilidades prácticas que residen –al ser entidades psicológicas– en el psiquismo de los agentes epistémicos, y del que son imposibles de separar.

Por supuesto, esto no implica renunciar a los elementos lingüísticos de la ciencia, ni a su análisis. De hecho, bastan para la comunicación y la circulación de ideas en la comunidad científica *una vez que lo percibido no está en cuestión*, dando origen al equívoco de pensar que constituyen lo único relevante, lo único objetivo de la ciencia. Siguiendo con las enseñanzas que se desprenden del experimento mental, el conocimiento reside *también* (pero no solamente) en los textos.

Descartada la existencia de un tercer mundo objetivo, comenzaremos a describir la estructura de una teoría científica, si todo lo que hay en el mundo son entidades espacio-temporales, i.e. entidades físicas, –entre ellas los seres humanos–.

Llamaremos a esta posición *nominalismo*, como se hace desde la filosofía contemporánea, e incluye una semántica de semejanzas como la que propone Wittgenstein, introducida en el análisis de las teorías científicas de la mano de la concepción estructuralista. Al contrario de algún nominalismo con elementos mentalistas, el que sostenemos es decididamente fisicalista, en el sentido de que se considera que incluso los elementos psicológicos del conocimiento poseen un correlato neurofisiológico, y por lo tanto, se trata de eventos espacio-temporales.

La estructura pragmática de las teorías

Estamos en condiciones ahora de caracterizar a lo más específico del conocimiento científico, sus teorías, una vez que se toman seriamente las enseñanzas de la filosofía de la ciencia de nuestros días, y más específicamente, la concepción de la ciencia de Thomas Kuhn, y la concepción estructuralista de las teorías. Como se verá a continuación, sus elementos no difieren mayormente de los que especificó Popper, ahora en clave nominalista, puesto que pasamos de una lectura de la ciencia en la cual las entidades abstractas son el factor explicativo

central, a hacer residir el conocimiento en un elemento fuertemente pragmático, los miembros de la comunidad científica; y por supuesto, en los escritos que producen. A la manera de la concepción estructuralista, se especificará su estructura mediante un predicado conjuntista.

Dada la índole de este escrito dicha caracterización será necesariamente sucinta, y no entrará en los pormenores formales, ni en explorar las características disposicionales del conocimiento que poseen los sujetos epistémicos². Baste decir que consiste en *disposiciones* a generar enunciados –escritos o hablados–, así como las Gestalten y habilidades específicas que se actualizan al percibir y manipular los objetos de estudio de las teorías. Constituyen una nueva vuelta de tuerca sobre el carácter pragmático de las teorías, pues sin esas percepciones estructuradas, y sin esas habilidades prácticas no es posible utilizarlas, ni ponerlas a prueba.

Siguiendo la notación estructuralista, diremos que:

$$T = \langle C, D, S, G, A \rangle$$

T designa lo que llamamos *elemento teórico*, en la inteligencia que designa a los elementos teóricos específicos de cada campo de investigación.

C designa a los miembros de comunidades científicas que sostienen una teoría determinada.

S designa a los sistemas empíricos que conocen los miembros de comunidades científicas definidas, los objetos que estudia la teoría. Existe un subgrupo S_0 de los sistemas empíricos, aquellos a los que la teoría se aplicó por primera vez –o los que un científico específico conoció por primera vez cuando aprendió a utilizar la teoría–. Son sus *sistemas paradigmáticos*.

D designa las descripciones –enunciados e íconos– de los sistemas empíricos S.

G son las Gestalten propias de cada teoría científica, y que permite percibir como pertenecientes a una teoría a los sistemas físicos. Como veremos luego, se encuentran inseparablemente unidas a las semejanzas entre ejemplares de la teoría.

A designa a las habilidades prácticas con las cuales los científicos manipulan a los sistemas empíricos –naturales o experimentales– para estudiarlos o para poner a prueba las hipótesis acerca de su funcionamiento.

Con estas letras, se expresa que T es una *teoría* si existen sujetos epistémicos C –científicos– cuyo conocimiento de los sistemas empíricos S se

² En esto coincidimos una vez más con Popper, quien caracteriza a los científicos de su segundo mundo por la posesión de disposiciones específicas al comportamiento.

encuentra explicitado en los escritos D; los reconoce –percibe– mediante las Gestalten G, y los manipula mediante las acciones A.

En nuestra caracterización no existen estructuras abstractas, sólo sistemas físicos –entre los que se cuentan los científicos mismos– y la descripción lingüística del conocimiento que poseen –token–. Hemos incluido entre los elementos de la teoría a las percepciones estructuradas G, y las acciones A, a los que consideramos asimismo sistemas físicos. Las Gestalten, por tratarse de sucesos neurofisiológicos de causalidad física, y las acciones por consistir en desplazamientos corporales de los sujetos epistémicos.

Es necesario puntualizar que la totalidad de los conocimientos y habilidades que caracterizan a una teoría científica se encuentran desigualmente repartidos entre los miembros de las comunidades científicas, lo que hace que en su seno existan necesariamente mecanismos de cooperación e interacción.

Quizás debiéramos añadir un elemento más al predicado conjuntista, si quisiéramos darle el debido lugar a la red de semejanzas que enlazan a los sistemas empíricos, y que es central para que los científicos puedan usarla.

$$T = \langle C, D, S, G, A, P \rangle$$

La letra P indica las semejanzas que el sujeto epistémico percibe entre los diversos sistemas físicos que son descriptos correctamente por la teoría en cuestión.

Al introducirla, acordamos junto con Kuhn –y con la concepción estructuralista– acerca de la importancia de los ejemplares paradigmáticos en la aplicación de la teoría, y de la red de parecidos que se origina en ellos.

Tanto los sistemas empíricos como sus descripciones son *agrupamientos abiertos*, en el sentido de que se pueden incorporar miembros en la medida que aumenta el conocimiento del mundo que posee el sujeto epistémico.

En lo que sigue haremos algunas precisiones acerca de la naturaleza de los elementos de la teoría, dado que el enfoque nominalista que surge de profundizar en la filosofía de la ciencia de nuestros días hace que se vean bajo otra luz aspectos acerca de quién conoce, cómo conoce, cómo relaciona lenguaje y mundo, cómo se forja la objetividad en ausencia de entidades invariantes.

El conocimiento de los sujetos epistémicos

Los sujetos epistémicos son quienes conocen a los sistemas empíricos, y relacionan el lenguaje con el mundo, una vez que aprendieron a identificar los parecidos estructurales y los describe mediante las notaciones simbólicas de las

teorías.³ Son científicos individuales, cuyo conocimiento deviene objetivo merced al entrenamiento profesional en el seno de una comunidad científica, que garantiza se lo adquiera de manera semejante, y cuyas ampliaciones son convalidadas por esa misma comunidad.

Su conocimiento lingüístico, perceptual y práctico del mundo se encuentra impreso como disposiciones en su sistema neurofisiológico bajo la forma de redes neuronales, que cuando son activadas por estímulos determinados, dan lugar a expresiones lingüísticas –escritas o habladas–, y a percepciones estructuradas o a acciones sobre el mundo.

La capacidad de captar parecidos se adquiere durante el período de aprendizaje perceptual, práctico y conceptual que realizan los científicos. Al nombrar esas semejanzas estructurales con el lenguaje propio de las teorías específicas, se refuerza la relación entre símbolos, Gestalten y sistemas físicos, de una manera que propicia el operar con símbolos como si se tratara de las cosas mismas, y a su vez, el ver en los sistemas físicos las relaciones nombradas por la teoría.

Los sistemas empíricos poseen en común sólo la etiqueta –el nombre– con que se los designa, agrupados por la acción clasificatoria del sujeto epistémico si poseen rasgos de semejanza con ejemplares paradigmáticos en aquellos aspectos que la teoría supone relevantes. Quisiéramos añadir que al existir semejanzas individuales entre un sistema físico y otro paradigmático, se aleja la posibilidad de que se pueda hablar de una semejanza *universal*.

Los escritos científicos

El sujeto epistémico exterioriza su conocimiento mediante un sistema de símbolos, sean lingüísticos, matemáticos o icónicos. Cuando lo hace, lo comunica a otros sujetos epistémicos. En la comunicación, el conocimiento circula, se pone a prueba, se amplía, se corrobora o se corrige. La comunicación gana en exactitud cuando se muestran ejemplares, que por añadidura generan las Gestalten correspondientes en el receptor del mensaje.

En un sistema nominalista como el que proponemos, el sistema comunicacional consta únicamente de *tokens* –y no de *types*–. Cada sistema de tokens es considerado uno de los tantos sistemas del mundo, y guarda una estrecha relación estructural con lo que conoce el sujeto epistémico. Los tokens que el sujeto epistémico emite y que se repiten en un mismo enunciado, o en distintos enunciados, difieren entre sí dentro de límites admisibles tanto como cualquier

³ No es el lenguaje el que se relaciona con el mundo, sino el sujeto epistémico el que relaciona lenguaje y mundo.

agrupamiento de objetos del mundo físico, y son reconocidos por su semejanza con tokens paradigmáticos.

Debemos añadir que esos escritos son los que la filosofía de la ciencia somete a análisis a fin de detectar su estructura básica, de la misma manera en que los científicos estudian otros sistemas físicos.⁴

En nuestra concepción, son esas elucidaciones las que permiten establecer la estructura de las teorías científicas, que aceptamos coinciden con las de la concepción estructuralista.

Síntesis

Nuestro camino hacia la estructura pragmática de la ciencia se inicia con la necesidad de introducir –junto con la concepción de la ciencia de Thomas Kuhn y de la concepción estructuralista de las teorías– la noción de comunidad científica como el agente social que produce y desarrolla el conocimiento científico.

Posteriormente el análisis y crítica de la posición popperiana acerca de un tercer mundo objetivo –platónico– así como un contraejemplo derivado de *Fahrenheit 451*, nos lleva a proponer que el conocimiento radica en el psiquismo individual de los científicos, cuyas interacciones constituyen el colectivo propio de la ciencia, la comunidad científica. Precisamos que el conocimiento no puede ser únicamente lingüístico, y que las Gestalten y las habilidades prácticas propias de cada teoría científica son parte inseparable de su identidad.

Si se despoja a Popper de su platonismo tardío, y se particulariza su propuesta de tres elementos indispensables para el conocimiento llevándola a las teorías científicas, podría expresarse que hay conocimiento teórico sólo si existen sistemas físicos, sujetos epistémicos que los conocen –lingüística, perceptual y prácticamente– y que comunican ese conocimiento mediante escritos, y en ocasiones con señalamientos prácticos. Sin embargo esto no es suficiente. Kuhn y la concepción estructuralista nos muestran la importancia de los ejemplares paradigmáticos en el aprendizaje y el desarrollo de una teoría científica.

En esta visión nominalista de las teorías, los escritos científicos son tokens, emitidos –o escritos– a partir de disposiciones lingüísticas entendidas como redes neuronales que son activadas por estímulos apropiados.

Ellos son la materia prima de los análisis epistemológicos, que develan, si la filosofía de la ciencia no es –al decir de Hume– *vana sofistequería*, las condiciones de posibilidad formales y axiomáticas del conocimiento científico.

⁴ No es casual que uno de los nombres con lo que se conoce a la filosofía de la ciencia sea *teoría de la ciencia* o *ciencia de la ciencia*.

Como lo señaláramos, nuestra posición profundiza en los aspectos pragmáticos de la concepción estructuralista, en consonancia con expresiones de C.U. Moulines (2002 p. 114):

... no puede calificarse adecuadamente el estructuralismo de enfoque semántico o modeloteórico sin más, sino en todo caso de enfoque semántico-pragmático.

En la decidida impronta nominalista con que la reinterpretemos y ampliamos, presentamos a unos sujetos epistémicos que disponen disposicionalmente de la estructura formal de la teoría, así como de sus aspectos lingüísticos, perceptivos y prácticos; que la utilizan percibiendo semejanzas entre ejemplares paradigmáticos –sean éstos sistemas empíricos o de lápiz y papel– y otros no conocidos hasta el momento, y los manipulan hasta que solucionan los problemas que plantean; que fijan –intersubjetivamente– los límites admisibles de su aplicación; que hacen circular sus hallazgos, aceptando correcciones, ampliaciones y aún rechazos por parte de sus pares.

Caracterizamos, finalmente, al conocimiento científico como un instrumento para comprender el mundo –sus sistemas empíricos naturales o sociales– y hacer de él un lugar cada vez más satisfactorio para nuestra especie.

Bibliografía básica

- Bradbury, R. (2003), *Fahrenheit 451*, Buenos Aires: Plaza & Janes.
- Diez, J. A. y Lorenzano, P. (eds.) (2002), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Buenos Aires: Universitat Rovira i Virgili, Universidad Autónoma de Zacatecas, Universidad Nacional de Quilmes.
- Goodman, N. and Quine, W.V. (1947), "Steps Toward a Constructive Nominalism", *Journal of Symbolic Logic*, 12, 105-122.
- Hume, D. (1974), *Tratado de la naturaleza humana*, Buenos Aires: Paidós.
- Kuhn, T. (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*, México: FCE.
- Lorenzano, C. (2003), "Los entes del conocimiento", en: V. Rodríguez, L. Salvático (eds.) *Epistemología e historia de la ciencia*, Vol. 9, No. 9, pp. 372-282.
- Moulines, C.U. (1982), *Exploraciones metacientíficas*, Madrid: Alianza.
- Moulines, C. U. (2002), "¿Dónde se agazapa la pragmática en la representación estructural de las teorías", en J. A. Diez, P. Lorenzano (2002, pp. 99-117)
- Neurath, O. (1936), "Physikalismus und Erkenntnisforschung", en *Theoria* 2, trad. inglesa de Neurath: "Physicalism and the investigation of knowledge" en:

- Otto Neurath (1983) pp. 159-171. (1983) *Philosophical Papers 1913-1946*, Editado y traducido por Robert Cohen y Marie Neurath, *Vienna Circle Collection*, Vol. 16, Dordrecht, Boston, D. Reidel.
- Popper, K. (1962), *La lógica de la investigación científica*, Madrid: Tecnos.
- Popper, K. (1974), "Epistemología sin sujeto cognoscente", en *Conocimiento Objetivo*, Madrid: Tecnos, 106-146.
- Sneed, Joseph (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht: Reidel.
- Stegmüller, Wolfgang (1981), *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid: Alianza Universidad.
- Wittgenstein, L. (1958), *Philosophical investigations*, Oxford: Basil Blackwell.
- Wittgenstein, L. (1976), *Los cuadernos azul y marrón*, Madrid: Tecnos.

Principios, modelos, ejemplares y representaciones en la genética clásica*

Pablo Lorenzano
Universidad Nacional de Quilmes – CONICET

0. Introducción

Tomando como punto de partida el análisis que realiza Kuhn de los libros de texto y su aplicación al caso de Sinnott & Dunn (1925), se discutirá el problema de la existencia de leyes en la biología, tratando de mostrar, en consonancia con las propuestas de Darden y Schaffner, la relevancia de los ejemplares, aunque también de las representaciones diagramáticas o gráficas, en el modo en que se lleva a cabo la enseñanza-aprendizaje de dicha teoría y la práctica científica basada en ella, en la medida en que la información contenida tanto en unos como en otras, indispensable para el correcto desarrollo de ese proceso, excede la proporcionada por los “principios” lingüísticamente articulados y presentados en el texto, pero se encuentra presente implícitamente en la que pudiera considerarse la ley fundamental de la genética clásica, de acuerdo con el concepto estructuralista de ley fundamental.

1. El primer libro de texto de genética clásica

Ludwik Fleck (1935) y Thomas Kuhn (1959, 1962/1970) han señalado el importante papel que juegan los libros de texto en la enseñanza de la ciencia. Pero si bien es Fleck el primero en reconocer que “la iniciación a la ciencia se realiza de acuerdo con métodos pedagógicos especiales” (Fleck 1935, p. 148) a través de los libros de texto, es Kuhn, quien siguiendo a Fleck señala que “[l]a característica más notable de esta educación consiste en que, en grado totalmente desconocido en otros campos, se realiza mediante libros de texto” (Kuhn 1959, p. 228), el que realiza un primer análisis de ellos. En dicho análisis, Kuhn introduce por primera vez el término de posiblemente mayor repercusión de su trabajo, el de ‘paradigma’: “en estos libros aparecen soluciones a problemas concretos que

* Este trabajo se ha realizado con la ayuda de los proyectos de investigación PICT REDES 2002 N° 00219 y PICT2003 N° 14261 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

dentro de la profesión se vienen aceptando como paradigmas, y luego se le pide al estudiante que resuelva por sí mismo, con lápiz y papel o bien en el laboratorio, problemas muy parecidos, tanto en método como en sustancia, a los que contiene el libro de texto o a los que se han estudiado en clase. Nada mejor calculado para producir ‘predisposiciones mentales’ o *Einstellungen*” (Kuhn 1959, p. 229). A través de la familiarización con los ejemplos estandarizados, aceptados o compartidos, de las soluciones a problemas concretos o selectos, o paradigmas, que luego serían llamados “ejemplares” (Kuhn 1962/1970), y del intento de resolver los problemas planteados en el libro de texto o por el profesor en clase, se aprende, de una manera no discursiva, a ver qué entes pueblan el universo de la investigación, cuáles son las preguntas que pueden plantearse, cuáles las respuestas admisibles y cuáles los métodos para ponerlas a prueba, y a resolver los problemas o “rompecabezas” novedosos, aunque similares a los anteriores, que surgen en el transcurso de la investigación científica (o “ciencia normal”).

El libro de Sinnott & Dunn (1925) es el primer libro de texto de genética clásica que se ajusta al análisis que realiza Kuhn de los libros de texto. Este fue un libro especialmente concebido como una introducción a la genética, que “establece los principios esenciales de la genética de una modo tan claro y preciso como fuera posible” (p. xvii), para ser usado en cursos universitarios elementales. En él, además de caracterizar en los capítulos iniciales a la genética en términos generales y de ubicarla históricamente –reproduciendo lo que se ha denominado “traditional account” (Olby 1979), “orthodox image” (Bowler 1989) o “historia oficial” (Lorenzano 1995), en donde se elabora un relato continuo, acumulativo y lineal–, se introducen sus conceptos básicos –tales como los de individuos, tanto progenitores como descendientes, su cruce o reproducción sexual, las características de los individuos (o fenotipo) y los factores, factores–unidad o genes de los individuos (o genotipo) que determinan dichas características–, los resultados de cruzamientos híbridos (básicamente, las proporciones fenotípicas 3:1, para los monohíbridos, 9:3:3:1, 9:3:4, 9:7, 12:3:1, 13:3, 15:1, para los dihíbridos, y 27:9:9:9:3:3:3:1, para los trihíbridos, además de las correspondientes a caracteres continuos y a aquellas en donde tiene lugar enlace) y sus “principios” o “leyes” –siendo las principales la de la segregación¹ y la de la transmisión

¹ “La característica esencial del mecanismo de la segregación, por lo tanto, radica en la circunstancia de que un factor transmitido por los gametos de un padre y su factor contrastante transmitido por los gametos del otro padre, se juntan y coexisten durante una generación en las células de la descendencia híbrida resultante, *sin mezclarse ni perder su identidad*; y que, cuando tal individuo híbrido produce a su vez sus propias células sexuales, estos dos factores se separan de nuevo completa y limpiamente, o *segregan*, el uno del otro, cada uno de los nuevos gametos siendo enteramente puro, conteniendo ya sea uno u otro de los factores, pero *nunca ambos*”, Sinnott & Dunn (1925), pp. 51-52.

independiente—,² junto con las soluciones a problemas concretos, los ejemplos compartidos, ejemplares o paradigmas, siempre valiéndose de determinadas representaciones diagramáticas o gráficas (ver figs. 1 y 2), y una serie de problemas para ser resueltos por el estudiante al final de cada capítulo.

2. Principios (o leyes) y ejemplares en las teorías biológicas

Se ha señalado que, debido a la ausencia de leyes universales y necesarias,³ las teorías de las ciencias biológicas (y/o biomédicas) poseen una estructura particular distinta a la de las teorías físicas y que, debido a ello, en la biología y/o en las ciencias biomédicas la familiaridad con un número de ejemplos compartidos o ejemplares es especialmente importante. Esta es la posición sostenida por autores tales como Darden (1991), para la cual las teorías biológicas consisten en conjuntos de esquemas de resolución de problemas, luego instanciados en ejemplos compartidos o ejemplares, o Schaffner (1980, 1986, 1993), quien sostiene que el mejor modo de caracterizar a dichas teorías es como series de modelos entreniveles, temporales y solapados.

En relación con esta posición, uno podría preguntarse cómo se relacionan entre sí los distintos esquemas de resolución de problemas, ejemplos compartidos, ejemplares, paradigmas, modelos o diagramas (o gráficos) que los representan, para poder decir que son de *una y la misma teoría*. Podría sostenerse, de manera formalmente análoga a la descripción intensional de “juego” dada por Wittgenstein (1953, § 66 y ss.), mediante el método de los ejemplos paradigmáticos, que entre los diferentes paradigmas, ejemplares, ejemplos compartidos, modelos o diagramas que los representan existen similitudes o semejanzas que se cruzan y traslapan, como las que hay entre los distintos miembros de una familia, sin que haya un carácter absolutamente común, e.e., sin que existan propiedades que constituyan condiciones necesarias ni una lista de propiedades que constituyan una condición suficiente para que un sistema empírico sea un paradigma, un ejemplo compartido, un ejemplar o un modelo, aunque siendo similares entre sí, guardando un “aire de familia”. Sin embargo, ¿en qué sentido habría que sostener que son similares entre sí? No parece que la apariencia de tales sistemas nos proporcionen

² “La combinación particular en que ingresan los factores de cada padre en la planta F_1 (redondo con amarillo y angular con verde en este caso) no tiene ningún efecto en el modo en que ellos se asocian en los gametos formados por esta planta F_1 . *Su distribución es independiente*”, Sinnott & Dunn (1925), p. 67.

³ De acuerdo con los dos argumentos más importantes que se han esgrimido en contra de la existencia de leyes en biología, el de la no-universalidad (Smart 1963) y el de la contingencia evolutiva (Beatty 1995). Para una discusión mayor de tales argumentos, puede consultarse Lorenzano (2001).

el tipo de similitud deseado; lo importante no es que esos sistemas sean similares entre sí aparencialmente, sino más bien estructuralmente: los paradigmas, ejemplos compartidos, ejemplares, modelos o diagramas que los representan de una y la misma teoría poseen la misma estructura, pudiendo ser considerados como especificaciones de dicha estructura o esquema más general subyacente. Para precisar esta idea y ver cómo se aplicaría al caso de la genética clásica aquí considerado, utilizaremos la noción estructuralista de ley fundamental.⁴

3. La noción de ley fundamental en la concepción estructuralista de las teorías

Dentro de la tradición estructuralista, cuando de manera por lo general dispersa, pero recurrente, se trata el tema de las leyes, las discusiones se centran en aquellas que son denominadas “leyes fundamentales” de una teoría.⁵ Y cuando se discuten los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental, a partir de asumir que, a pesar de los sucesivos y renovados esfuerzos realizados en ese sentido, todavía no disponemos de un conjunto adecuado de condiciones necesarias y suficientes precisas como criterio para que un enunciado sea considerado una “ley (científica)”⁶ y que, más aún, “[e]s probable que ningún conjunto tal de condiciones pueda ser alguna vez encontrado que apareciera como satisfactorio para todos, ya que la noción de ley es una noción fuertemente histórica, dependiente de la disciplina” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19), se tiende a hablar más bien de “condiciones necesarias” (Stegmüller 1986), de “condiciones necesarias *débiles*” (Balzer, Moulines & Sneed 1987) o, mejor aún, sólo de “«síntomas», algunos incluso formalizables” (Moulines 1991).

Los cuatro criterios que se suelen mencionar como condiciones necesarias, condiciones necesarias *débiles* o “síntomas” para que un enunciado sea considerado una ley fundamental son los siguientes: 1) su carácter arracimado o sinóptico; 2) que valga en todas las aplicaciones intencionales; 3) su carácter cuasi-vacuo; y 4) su papel sistematizador. De acuerdo con el primero de los criterios, su carácter sinóptico, en su versión más fuerte, “cualquier formulación correcta de la ley debería incluir necesariamente *todos* los términos relacionales (e

⁴ Ver Balzer, Moulines & Sneed (1987) para una presentación completa o Díez & Lorenzano (2002) para una presentación sucinta de esta concepción metateórica.

⁵ Las expresiones “ley fundamental” y “ley especial” no se utilizan aquí en el sentido de Fodor (1974, 1991), como refiriéndose a leyes pertenecientes a distintos tipos de ciencias, fundamental o básica las primeras y especiales la segunda, sino en el sentido de la concepción estructuralista, es decir, como denotando distintos tipos de leyes de una y la misma teoría.

⁶ Ver Stegmüller (1983) y Salmon (1989) para un análisis de las dificultades con las que se enfrenta la elucidación clásica del concepto de ley científica.

implícitamente también todos los conjuntos básicos) y, por tanto, en definitiva, *todos los conceptos fundamentales* que caracterizan dicha teoría” (Moulines 1991, p. 234), mientras que, en sus formulaciones más débiles, no se exige que en las leyes fundamentales ocurran todos los conceptos fundamentales, sino sólo “varias de las magnitudes” (Stegmüller 1986, p. 23), “diversas funciones” (Stegmüller 1986, p. 93), “posiblemente muchos conceptos teóricos y no-teóricos” (Stegmüller 1986, p. 386), “casi todos” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19) o “al menos dos” (Stegmüller 1986, p. 151).

El segundo de los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental recogido en Stegmüller (1986) de manera explícita, pero que de algún modo u otro se encuentra presente en toda la literatura estructuralista, “es la validez en *todas* las aplicaciones intencionales” (p. 93). De acuerdo con este criterio, no es necesario que las leyes fundamentales de las teorías posean un alcance ilimitado, se apliquen en todo tiempo y lugar y tengan como universo de discurso algo así como una “gran aplicación”, que constituye un modelo único o “cósmico”, sino que basta que se apliquen a sistemas empíricos parciales y bien delimitados (el conjunto de aplicaciones intencionales).

El tercero de los criterios –el carácter cuasi-vacuo (empíricamente) de las leyes fundamentales– se refiere al hecho de que éstas son altamente abstractas, esquemáticas, lo suficientemente vacías y con ocurrencia esencial de términos *T*-teóricos como para resistir cualquier posible refutación (Moulines 1991),⁷ pero que, sin embargo, adquieren contenido empírico específico (y la posibilidad de ser contrastadas) a través de un proceso no-deductivo conocido con el nombre de “especialización”. Dicho proceso, por medio del cual se obtienen las leyes más específicas, llamadas “especiales”, a partir de una(s) pocas ley(es) fundamental(es) de una teoría, consiste en la introducción de ulteriores restricciones, constricciones o especificaciones a (algunos de los componentes de) dicha(s) ley(es), de forma tal de irse concretando progresivamente en direcciones diversas, hasta desembocar finalmente en las llamadas “especializaciones terminales”, en donde todos sus componentes se encuentran especificados.⁸

⁷ Para un intento de dar cuenta del carácter cuasi-vacuo de las leyes fundamentales y de su condición de empíricamente irrestrictas, a través del análisis de su forma lógica y del tipo de conceptos que allí ocurren, ver Moulines (1982).

⁸ En caso de que las especificaciones introducidas resulten ser las apropiadas, se dice que las aplicaciones pretendidas devienen “exitosas”. Mientras que en general es a través de las llamadas “aserciones (o afirmaciones) empíricas” asociadas a los distintos elementos teóricos que conforman una red teórica que se puede establecer una conexión entre este enfoque “semántico” o “modelo-teórico” y el enfoque clásico (“enunciativo” o “sintáctico”), son las “aserciones empíricas” asociadas a las leyes especiales que se encuentran en ese

El último de los “síntomas” –el papel sistematizador de las leyes fundamentales– podría entenderse como estableciendo que éstas posibilitan incluir dentro de una misma teoría diversas aplicaciones a distintos sistemas empíricos, al proveer una guía y un marco conceptual para la formulación de otras leyes (las denominadas “especiales”) (Moulines 1991) que, como vimos más arriba, introducen restricciones adicionales respecto de las leyes fundamentales y se aplican así a los sistemas empíricos en particular. Merced entonces al proceso de “especialización”, que estructura a las teorías de un modo fuertemente jerárquico, y a la obtención de aplicaciones “exitosas”, se consiguen integrar los distintos sistemas empíricos, “modelos” o “ejemplares” bajo una misma conceptualización, en donde la(s) ley(es) fundamental(es) ocupan un lugar central.

4. La ley fundamental de la genética clásica

Ninguna de las denominadas “leyes de Mendel”, identificadas en Sinnott & Dunn (1925) como los “principios” básicos de la genética, son lo suficientemente esquemáticas y generales, de forma tal no sólo de conectar todos, o casi todos, los términos de la teoría sino de ser aceptada por la comunidad científica respectiva, la de los genetistas, como válidas en todas las aplicaciones y como proporcionando un marco conceptual que permita formular todas las leyes especiales de la genética clásica. Estas leyes, por lo tanto, no pueden ser consideradas como leyes fundamentales de la genética. Y lo que parecería aún peor, hasta ahora los genetistas no han formulado tal ley, es decir, ella no puede ser “observada” en la literatura de la genética.

Sin embargo, la reconstrucción de la genética clásica realizada dentro del marco de la concepción estructuralista de las teorías⁹ sugiere la existencia de una ley fundamental de la genética, basándose en razones sistemáticas, haciendo explícito lo solamente implícito.

La genética clásica es una teoría acerca de la transmisión hereditaria, en la cual se sigue la herencia de diversos rasgos, caracteres o características (fenotipo) de generación en generación de individuos, discerniendo razones numéricas (frecuencias relativas) en la distribución de esas características en la descendencia. La ley fundamental determina el modo de “dar cuenta” de esas distribuciones, postulando la existencia de tipos y números apropiados de factores o genes (genotipo) en los individuos, la forma en que se distribuyen los genes parentales en la descendencia y el modo en que se relacionan los genes con las características, y

nivel las que en todo caso podrían ser sometidas al análisis tradicional de la contrastación, y de la consiguiente evaluación, de hipótesis.

⁹ Balzer & Dawe (1990), Balzer & Lorenzano (2000) y Lorenzano (1995, 2000, 2002).

estableciendo que, dados dos progenitores –con ciertas características y cierto número de genes y en donde se da cierta relación entre características y genes–, que se cruzan y dan lugar a la descendencia –que posee ciertas características con cierto número de genes, y en donde se da cierta relación entre características y genes–, tiene lugar cierta concordancia o coincidencia (ya sea exacta –o ideal– o aproximada)¹⁰ entre las distribuciones de las características (frecuencias relativas) y las distribuciones de genes postuladas teóricamente (probabilidades esperadas o teóricas), dadas determinadas relaciones entre genes y características (de expresión de los genes, a partir de distintos grados de dominancia o epistasis). Esta ley, que a falta de mejor nombre denominaremos “ley de coincidencia”, aunque no formulada explícitamente en la literatura genética, subyace de manera implícita a las formulaciones habituales de esta teoría, sistematizándola, dotando de sentido a la práctica de los genetistas y unificando los esquemas de resolución de problemas, paradigmas, ejemplos compartidos, ejemplares, modelos o diagramas que los representan bajo una y la misma teoría. Dichos esquemas de resolución de problemas, paradigmas, ejemplos compartidos, ejemplares, modelos o diagramas que los representan pueden ser concebidos como estructuras del siguiente tipo $\langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$ –en donde J representa el conjunto de individuos (progenitores y descendientes), P el conjunto de las características (o fenotipo), G el conjunto de los factores o genes (genotipo), APP una función que le asigna a los individuos su apariencia o fenotipo, MAT una función de cruza que le asigna a dos padres cualesquiera su descendencia, $DIST$ las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia, DET las relaciones postuladas entre los genes y las características y $COMB$ las distribuciones de probabilidad de los genes en la descendencia–, que satisfacen la ley de coincidencia. Expresado de un modo más formal, ésta establece que si $x = \langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, entonces x es un esquema de resolución de problemas, un paradigma, un ejemplo compartido, un ejemplar o un modelo de la genética clásica si y sólo si para toda $i, i' \in J$ tal que $MATOR$ está definida para $\langle i, i' \rangle$ y para toda $\gamma, \gamma' \in G$ tal que $DET(\gamma) = APP(i)$ y $DET(\gamma') = APP(i')$ vale que: $COMB(\gamma, \gamma') = DIST(DET(\gamma), DET(\gamma'))$.¹¹

¹⁰ *Idealmente* exacta, en el caso en que no se consideren los rasgos de aproximación que la genética contiene al igual que prácticamente todas las teorías empíricas, o bien sólo *aproximada*, de forma tal que, de acuerdo a algún procedimiento estadístico, por ejemplo, las distancias entre los coeficientes que representan una distribución teórica y los de las frecuencias relativas no rebasen una ϵ dada.

¹¹ La genética clásica, al igual que sucede con las demás teorías científicas, no es una entidad aislada, sino que se encuentra esencialmente vinculada con otras teorías; en particular, se halla relacionada con la teoría celular, de modo tal que los factores (o genes)

Es fácil ver que en la propuesta ley de coincidencia podemos identificar los elementos presentes en las leyes fundamentales señalados en la sección anterior.

En primer lugar, la ley de coincidencia se distingue como una ley *sinóptica*, al conectar de un modo inseparable los términos más importantes de la genética en una “gran” fórmula. Allí figuran tanto los propios o distintivos de la genética, los *genético*-teóricos –el conjunto de los factores o genes (genotipo), las distribuciones de probabilidad de los genes en la descendencia y las relaciones postuladas entre los genes y las características– como los que no lo son, los *genético*-no-teóricos, más accesibles empíricamente –los individuos (progenitores y descendientes), el conjunto de las características, la asignación de características a los individuos y de descendientes a los progenitores y las frecuencias relativas de las características observadas–.

Por otro lado, la ley de coincidencia es altamente esquemática y general, y posee tan poco contenido empírico que resulta irrefutable (carácter “cuasi-vacuo”). Pues, si la frecuencia relativa de las características se determina empíricamente y la distribución de los genes se postula hipotéticamente, chequear que los coeficientes en la distribución de características y de genes en la descendencia son (aproximadamente) iguales, sin introducir restricciones adicionales de ningún tipo, consiste en una tarea “de lápiz y papel” y no involucra ningún tipo de trabajo empírico. Sin embargo, como sucede con toda ley fundamental, a pesar de ser ella misma irrefutable, provee un marco conceptual dentro del cual pueden formularse leyes especiales, cada vez más específicas (y de ámbito de aplicación más limitado) hasta llegar a las “terminales”, cuyas aserciones empíricas asociadas pueden ser vistas como hipótesis particulares contrastables y, eventualmente, refutables.

Además, podríamos afirmar que esta ley fue *aceptada* implícitamente *como válida en todas las aplicaciones de la teoría* por la comunidad de genetistas, que la tuvo como trasfondo general a partir del cual llevar a cabo análisis particulares de las distintas distribuciones de características encontradas, proporcionándoles así

se suponen en o sobre los cromosomas celulares, transmitiéndose de la generación parental a la descendencia a través de las células sexuales (o gametos). Es merced a este vínculo entre la genética y la teoría celular que, en las presentaciones habituales (lingüísticas o gráficas) de la primera de las teorías, aparecen términos propios de la última de ellas, tales como el de ‘gametos’. Por razones de simplicidad y limitaciones de espacio, dichos vínculos son dejados de lado en nuestro análisis, razón por la cual tampoco son incorporados los gametos como un conjunto base en las estructuras introducidas más arriba ni mencionados expresamente en la formulación de la ley de coincidencia. (Para un análisis de las “conexiones entrecampos” históricamente cambiantes entre la genética y la citología, ver Darden (1991); para un intento estructuralista de análisis de dichos vínculos, ver Casanueva (1997, 1998).)

una *guía para la investigación y el tratamiento específico* de esas diversas situaciones empíricas (carácter “sistematizador”). El rol primario de la ley de coincidencia fue el de guiar el proceso de especialización, determinando los modos en que ella se debe especificar para obtener leyes especiales. De acuerdo con ella, para dar cuenta de las distribuciones de las características parentales en la descendencia, debe especificarse: a) el número de pares de genes involucrados (uno o más), b) el modo en que se relacionan los genes con las características (dominancia completa o incompleta, codominancia o epistasia), y c) la forma en que se distribuyen los genes parentales en la descendencia (con combinaciones de genes equiprobables o no). Cuando se llevan a cabo estos tres tipos de especificaciones, se obtienen leyes especiales terminales, a cuyas aserciones empíricas asociadas poder dirigir el *modus tollens*. En caso de que éstas “salgan airozas” de la contrastación, e.e. de que las especificaciones introducidas resulten ser las apropiadas, se dice que las aplicaciones pretendidas devienen “exitosas” y de este manera que los sistemas empíricos devienen “modelos” de la teoría.

En particular, las llamadas “leyes de Mendel”, en la medida en que imponen constricciones adicionales a la ley de coincidencia, al añadir información específica no contenida en su formulación altamente esquemática, restringiendo así su ámbito de aplicación (como, por ejemplo, al considerar sólo un par de factores alelos o considerar más de uno, pero la misma probabilidad para toda combinación posible de factores parentales), pueden ser obtenidas a partir de la ley fundamental mediante especialización y deben así ser consideradas “leyes especiales” de la genética clásica, aun cuando no “especializaciones terminales”.¹² En sus representaciones diagramáticas o gráficas (figs. 1 y 2), sin embargo, aparecen todos los términos que ocurren en ellas, aunque instanciados, de forma tal que lo que tenemos ante nosotros es de hecho la solución a un problema concreto, un ejemplo compartido, un ejemplar o paradigma. Así, plantas de arvejas son los individuos, el color de las flores (coloreadas o blancas) las características, en la fig. 1, y el color (amarillo o verde) y forma de las semillas (redonda o angular), en la fig. 2. Éstas (P_1) se reproducen sexualmente mediante cruzamiento, dejando descendencia (F_1), que posee la apariencia de una de las plantas parentales (con flores coloreadas en la fig. 1 y con semillas amarillas y redondas en la fig. 2). Ésta se autofecunda, dando lugar a una segunda generación (F_2), en donde las características se dan en las proporciones 3:1 (coloreadas respecto de blancas), en el primer caso, y 9:3:3:1 (amarillas y redondas, amarillas y angulares, verdes y redondas y verdes y angulares, respectivamente), en el segundo. Además, se introducen pares de factores (uno –CC o cc– en las plantas parentales de la fig. 1 y

¹² Para una formulación explícita de las diferentes especializaciones que abarcan la totalidad de la red teórica de la genética clásica, ver Lorenzano (1995).

dos –YYRR o yyrr– en las de la fig. 2) que determinan la apariencia de los individuos y que muestran la dominancia completa de uno de los factores sobre el otro. Por otra parte, durante la formación de las células sexuales (gametos de P₁) a partir de las cuales se formarán los individuos de la descendencia se reduce a la mitad el número de factores presente en cada par, de forma tal que, cuando se lleva a cabo la fecundación, la descendencia contendrá nuevamente el par completo, pero formado con un factor de cada uno de los individuos parentales. Cuando dicha descendencia se autofecunde, luego de formar células sexuales (gametos de F₁) que transportan los factores, se obtendrán en la siguiente generación todas las combinaciones posibles de factores con la misma probabilidad, de modo tal que, habida cuenta de la dominancia completa de un factor sobre el otro, *coinciden* con las proporciones fenotípicas 3:1 y 9:3:3:1 y así las explica.

5. Observaciones finales

En este trabajo, partiendo de la consideración del primer libro de texto de genética clásica en sentido kuhniano, fue discutido el problema de la existencia de leyes fundamentales en la biología. En primer lugar, se consideró el hecho de que, en los libros de texto de genética, los esquemas de resolución de problemas, ejemplos compartidos, ejemplares, paradigmas, modelos o diagramas que los representan ocupan un lugar central, “transmitiendo” mayor información (“diciendo más”) que la contenida en la contraparte formulada lingüísticamente en los libros de texto como “principios” o “leyes”, y, de este modo, posibilitando a los estudiantes el aprendizaje del campo en cuestión, a través de la familiarización con ellos y de la subsiguiente resolución de los problemas que allí se plantean. En segundo lugar, se intentó precisar la idea de que los distintos esquemas de resolución de problemas, ejemplos compartidos, ejemplares, paradigmas, modelos o diagramas que los representan de una y la misma teoría son estructuralmente similares entre sí, pudiendo ser concebidos como especificaciones de dicha estructura o esquema más general subyacente. Para ello, se introdujo el concepto estructuralista de ley fundamental. Basado en él, fue identificada la ley fundamental de la genética clásica, a saber: la ley de coincidencia, que *ejemplifica todas las condiciones necesarias débiles o síntomas* considerados de acuerdo con dicho concepto, y se señaló que las presentadas en los libros de texto como los principios básicos de la genética clásica, las llamadas “leyes de Mendel”, constituyen leyes que se obtienen mediante “especialización” de la ley fundamental. La afirmación anterior contrasta con aquellas según las cuales en la biología en general y en la genética en particular no pueden encontrarse leyes fundamentales, aun cuando la mencionada ley no se encuentre formulada

explícitamente de manera lingüística en los libros de texto, sino sólo implícitamente, pero estructurando la práctica de los genetistas, así como su enseñanza-aprendizaje. De este modo, además, fue mostrado que al menos no todas las teorías de las ciencias biológicas (y/o biomédicas) poseen una estructura particular distinta a la de las teorías pertenecientes a la física. Por último, quisiéramos mencionar que la posibilidad de identificar leyes fundamentales en la biología no tiene porqué limitarse a la genética clásica. Sin embargo, considerar esta posibilidad excede los límites del presente trabajo.

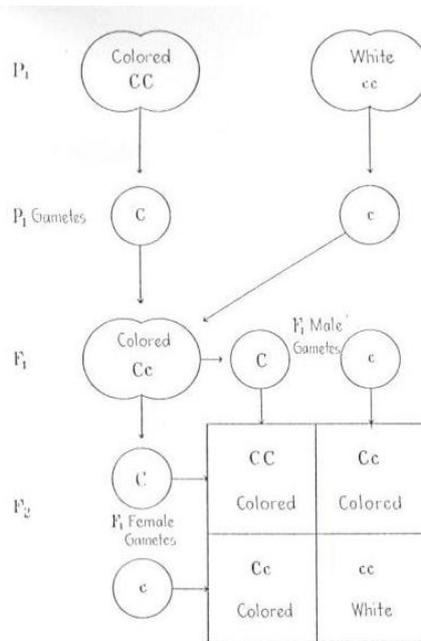


FIG. 24.—Chart showing the behavior of the factors in the cross illustrated in Fig. 17 (colored and white flowers in peas) and giving the genotypes and phenotypes of parents and F_1 , the gametes which they produce, and the random union of F_1 gametes to form the three genotypic and two phenotypic classes of F_2 zygotes shown in the checkerboard.

Fig. 1. Representación de la ley de la segregación (Sinnott & Dunn, p. 53)

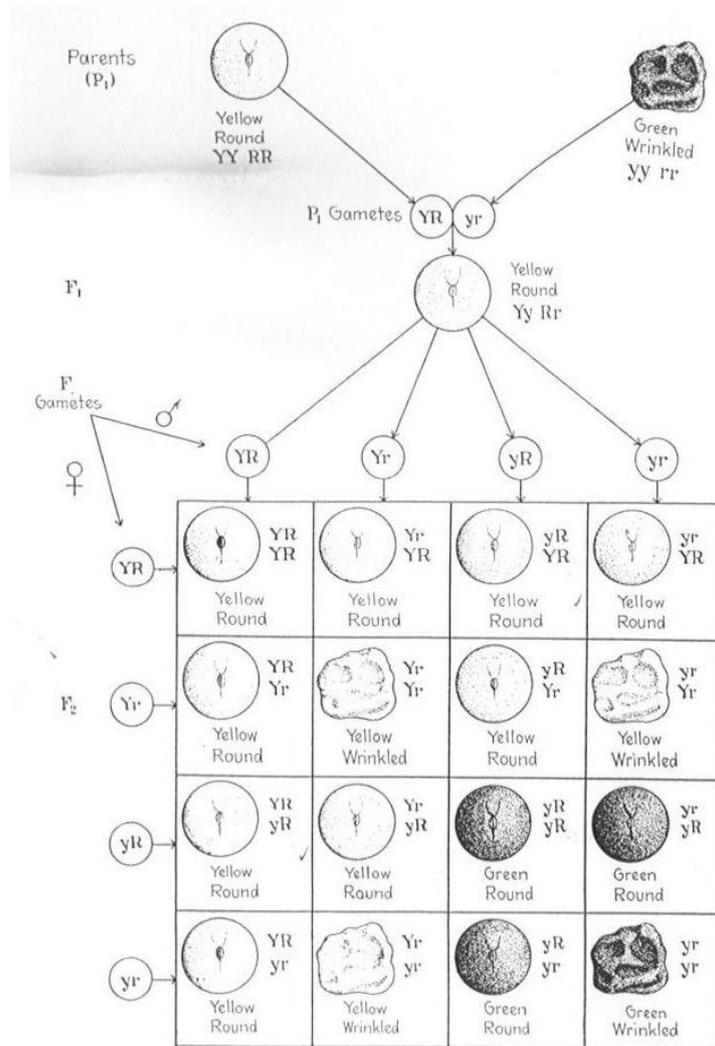


FIG. 29.—Diagram showing the independent assortment in peas of two pairs of characters in which dominance is complete. In a cross between a plant homozygous for yellow and round seeds and a green, wrinkled-seeded one, the appearance, genotype and gametes of parents and F_1 are shown. The results of random union between the four types of gametes formed by the F_1 heterozygote are presented in the F_2 checkerboard.

Fig. 2. Representación de la ley de la transmisión independiente (Sinnott & Dunn, p. 60)

Referencias bibliográficas

- Balzer, W. y C.M. Dawe (1990), *Models for Genetics*, München: Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie.
- Balzer, W. y P. Lorenzano (2000), "The Logical Structure of Classical Genetics", *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 31, 243-266.
- Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.
- Beatty, J. (1995), "The Evolutionary Contingency Thesis", en Wolters, G. y J. Lennox (eds.), *Theories and Rationality in the Biological Sciences, The Second Annual Pittsburgh/Konstanz Coloquim in the Philosophy of Science*, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, pp. 45-81.
- Bowler, P. (1989), *The Mendelian Revolution*, London: The Athlone Press.
- Casanueva, M. (1997), "Genetics and Fertilization: A Good Marriage", en Ibarra, A. y T. Mormann (eds.), *Representations of Scientific Rationality*, Amsterdam: Rodopi, pp. 321-358.
- Casanueva, M. (1998), *Mendeliana y anexos*, Tesis doctoral, México: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Darden, L. (1991), *Theory Change in Science. Strategies from Mendelian Genetics*, Oxford: Oxford University Press.
- Díez, J.A. y P. Lorenzano (2002), "La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas /Universidad Rovira i Virgili, pp. 13-78.
- Fleck, L. (1935), *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Basel: Benno Schwabe & Co.
- Fodor, J. (1974), "Special Sciences (or: the Disunity of Science as a Working Hypothesis)", *Synthese* 28, 97-116
- Fodor, J. (1991), "Hedged Laws and Psychological Explanations", *Mind* 100, 19-33.
- Kuhn, T.S. (1959), "The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research", en Taylor, C.W. (ed.), *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Scientific Talent*, Salt Lake City: University of Utah Press, pp. 162-174; reimpresso en *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago: University of Chicago Press, 1977, pp. 225-239.
- Kuhn, T.S. (1962/1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, 2ª ed.

- Lorenzano, P. (1995), *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*, Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Lorenzano, P. (2000), "Classical Genetics and the Theory-Net of Genetics", en Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (eds.), *Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples*, Amsterdam: Rodopi, pp. 251-284.
- Lorenzano, P. (2001), "On Biological Laws and the Laws of Biological Sciences", *Revista Patagónica de Filosofía* 2, 29-43.
- Lorenzano, P. (2002), "La teoría del gen y la red teórica de la genética", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas /Universidad Rovira i Virgili, pp. 285-330.
- Moulines, C.U. (1978), "Forma y función de los principios-guía en las teorías físicas", en *Exploraciones metacientíficas*, Madrid: Alianza, pp. 88-107.
- Moulines, C.U. (1991), *Pluralidad y recursión*, Madrid: Alianza.
- Olby, R. (1979), "Mendel No Mendelian?", *History of Science* 17, 53-72.
- Salmon, W.C. (1989), "Four Decades of Scientific Explanation", en Kitcher, P. y W.C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 13, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 3-219.
- Schaffner, K.F. (1980), "Theory Structures in the Biomedical Sciences", *The Journal of Medicine and Philosophy* 5, 57-97.
- Schaffner, K.F. (1986), "Exemplar Reasoning About Biological Models and Diseases: A Relation Between the Philosophy of Medicine and Philosophy of Science", *The Journal of Medicine and Philosophy* 11, 63-80.
- Schaffner, K.F. (1993), *Discovery and Explanations in Biology and Medicine*, Chicago and London: University of Chicago Press.
- Sinnott, E.W. y L.C. Dunn (1925), *Principles of Genetics: An Elementary Text, with Problems*, New York: McGraw-Hill; 2ª ed., 1932; 3ª ed., 1939; con T. Dobzhansky como co-autor, 4ª ed., 1950; 5ª ed., 1958.
- Smart, J.J.C. (1963), *Philosophy and Scientific Realism*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Stegmüller, W. (1983), *Erklärung-Begründung-Kausalität*, Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2ª ed. ampliada y modificada.
- Stegmüller, W. (1986), *Theorie und Erfahrung, Band II, Dritter Halbband*, Berlin/Heidelberg/New York: Springer.
- Wittgenstein, L. (1953), *Philosophische Untersuchungen/Philosophical Investigations*, Oxford: Basil Blackwell.

Nuevos aportes de Ian Hacking a la historia y la filosofía de la ciencia

María Laura Martínez[†]
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Montevideo, Uruguay

Ontología histórica

Historical Ontology es el último libro de Ian Hacking, donde el autor reúne algunos de sus ensayos revisados y en el que aborda, entre otros temas, algunos originales sentidos en que el filósofo puede hacer uso de la historia.

En ontología se ha puesto usualmente el énfasis en la demarcación, dice Hacking, en qué candidatos a la existencia realmente existen. Pero él no está interesado en tales disputas sino en cómo las prácticas de nombrar interactúan con lo nombrado.

Cuando habla de ontología, Hacking se refiere a objetos en general. No sólo a objetos materiales sino también a clases, a tipos de personas e ideas. Analiza entonces cómo “emergió la probabilidad” (Hacking, 1995a), cómo se modeló el abuso infantil (Hacking, 1995), cómo las conciencias fueron sacudidas y desdibujadas por las enfermedades mentales transitorias (Hacking, 1998). Cómo esos diferentes conceptos, prácticas e instituciones, que pueden ser tratados como objetos de conocimiento, revelan al mismo tiempo nuevas posibilidades para la acción y la elección humanas. Porque de eso trata la **ontología histórica**, de cómo las posibilidades para la elección y para ser surgen en la historia. Su ontología no es para practicarla en términos de grandes abstracciones, sino de formaciones explícitas que permiten al hombre constituirse a sí mismo y a su experiencia individual a partir de diferentes posibilidades. Formaciones que a su vez tienen trayectorias que pueden ser trazadas. Son ejemplos de organización de conceptos, que advienen a la existencia¹ a través de procesos históricos específicos. La “ontología histórica tiene que ver con los objetos o sus efectos que no existen en ninguna forma reconocible hasta que son objeto de estudio científico”.²

La ontología –dice Hacking– tiene que ver, por un lado, con los universales aristotélicos, y por el otro, con los particulares que caen bajo esos universales. Los

[†] mlm@adinet.com.uy

¹ En general la expresión en inglés utilizada por Hacking es “*coming into being*”.

² “*Historical ontology is concerned with objects or their effects which do not exist in any recognizable form until they are objects of scientific study.*” Hacking (2002), p. 11.

universales no son eternos sino históricos, y sus instancias (los niños o las víctimas del trauma) se forman y cambian en tanto surgen los universales. Hacking ha llamado a este proceso nominalismo dinámico, porque relaciona lo que adviene a la existencia con la dinámica histórica de nombrar y con el posterior uso de ese nombre.

Nominalismo dinámico

La formulación del mundo a la que Hacking llama nominalista afirma que el mismo es tan autónomo que ni siquiera tiene en sí lo que se llama estructura. El mundo no viene dispuesto como una totalidad; es el hombre quien lo organiza. Las personas constituyen los hechos en un proceso social de interacción con el mundo e interviniendo en sus asuntos. Las formas de conocimiento son creadas en un sentido fundamental por procesos microsociológicos.

Pero el nominalismo tradicional, estático, que cree que todas las categorías y taxonomías son creadas por el hombre y una vez fijadas no interactúan con lo clasificado, es, según Hacking, erróneo. Porque no puede dar cuenta de que muchas categorías vienen de la naturaleza, no de la mente humana, y no son estáticas.

Thomas Kuhn hizo importantes avances en la causa nominalista –afirma Hacking– al mostrar cómo al menos un grupo importante de categorías advienen a la existencia en el curso de las revoluciones científicas. Hay una construcción de nuevos sistemas de clasificación relacionados con ciertos intereses por describir el mundo, intereses estrechamente conectados con las anomalías que enfrenta una comunidad en tiempos de crisis. Aunque esto no conduce aún a un verdadero nominalismo, cree Hacking que Kuhn ha avanzado hacia un nominalismo revolucionario menos misterioso, al describir los procesos históricos por los que aparecen nuevas categorías de objetos y nuevas formas de distribuirlos. También el nominalismo de Foucault es histórico, pero Hacking ve en él algo fundamentalmente diferente: la historia juega allí un rol esencial en la constitución de los objetos.

¿Qué clase de nominalismo es entonces atractivo para el realismo de Hacking? El **nominalismo dinámico**. La única especie inteligible de nominalismo, plantea, que es capaz de dar cuenta del ajuste mutuo entre la categoría y lo categorizado. Un nominalismo que tiene implicancias para la historia y la filosofía de las ciencias humanas: el único que argumenta que ciertas clases de seres y de acciones humanas van de la mano con la invención de las categorías que los etiquetan. Es en términos de esas categorías que las ciencias humanas se aventuran a describir a las personas. Nuevas categorías llevan a nuevos tipos de personas.

Hacking se acercó a este tipo de nominalismo estimulado por teorías acerca de lo homosexual y lo heterosexual como clases de personas, y por sus observaciones acerca de estadísticas oficiales. El argumento del nominalismo dinámico no es que haya una clase de personas (por ejemplo la de los suicidas o la de los vagos) que comienza a ser crecientemente reconocida por los burócratas o los estudiosos de la naturaleza humana, sino más bien, que esa clase adviene a la existencia al mismo tiempo que es inventada. En “Making Up People”³ utiliza como ejemplos cuatro categorías: caballo, planeta, guante y personalidad múltiple. Sostiene que el nominalismo tradicional no funciona para categorías como caballo y planeta. ¿Cómo podrían los caballos y los planetas⁴ ser obedientes a nuestras mentes? Los guantes son otra cosa, son fabricados. No se sabe qué vino primero, si el pensamiento o el mitón, pero evolucionaron juntos. El reclamo de Hacking es que, en algunos aspectos, la personalidad múltiple es más como los guantes que como los caballos.

¿Cómo puede el nominalismo dinámico afectar el concepto de la persona individual? Una respuesta tiene que ver con las posibilidades, puesto que lo que se es no incluye solamente lo que se hace y se hará, sino también lo que se podría haber hecho y lo que se podrá hacer. Si el nominalista tiene razón en su tesis sobre la sexualidad, simplemente no era posible integrar determinada clase sexual antes del siglo XIX, porque esa clase de personas no estaba disponible para ser elegida.

Construir personas y efecto bucle

En las ciencias naturales la invención de categorías no cambia realmente el sentido en que funciona el mundo, afirma Hacking. Aunque se crean nuevos fenómenos que no existían antes del esfuerzo científico del hombre, se lo hace únicamente hasta donde el mundo “permite”. En el ámbito social, sin embargo, es posible generar tantas clases de personas y de acciones como nuevas clasificaciones y categorías se inventen. “Interactivo” es un nuevo concepto que se aplica a las clasificaciones, a las clases que pueden influir en lo que se clasifica. Y debido a esa interacción la propia clasificación puede ser modificada o reemplazada. En su opinión, **construir personas**⁵ es mucho más fuerte que

³ Hacking, (1986).

⁴ Puede parecer extraño que Hacking elija justamente los planetas, que es el ejemplo utilizado por Kuhn, y simultáneamente lo llame nominalista. Ocurre que según Hacking Kuhn no es un nominalista tradicional, sino revolucionario, y lo que Hacking está tratando de mostrar es que el primer tipo de nominalismo no sirve para planeta, porque es una categoría que ha sido alterada en el transcurso de la historia.

⁵ La expresión en inglés utilizada por el autor es *making up people*.

construir el mundo. “*Reconstruimos el mundo, pero construimos personas*”.⁶ La diferencia está relacionada con la historia: los objetos de las ciencias humanas son constituidos por un proceso histórico mientras los de las ciencias naturales no, a pesar de que son históricamente creados.

Decíamos más arriba que si el nominalista dinámico tiene razón, antes de fines del siglo XIX las personas no tenían la posibilidad de pertenecer a otra clase que la heterosexual, porque no había otras clases sexuales de las cuales formar parte. ¿Qué significa esto? ¿Qué significa que los caminos posibles para ser una persona aparecen, cambian y desaparecen en épocas diferentes? Una clase se forma como tal y al mismo tiempo es reconocida como clase. La categoría y sus objetos emergen juntos. Trabajando sobre la diferencia entre personas y cosas, Hacking afirma que el qué sean los camellos, las montañas y los microbios no depende de cómo se los describe. Sus posibilidades están delimitadas por la naturaleza, no por las palabras. Pero en el ámbito de la acción humana, lo que se hace sí depende de las posibilidades de descripción. De ahí que si aparecen nuevos modos de descripción aparecerán, como consecuencia, nuevas posibilidades para la acción.

No puede haber una teoría general acerca del fenómeno de construir personas, dice, pero si se desea presentar al menos un esquema parcial del mismo, se puede pensar en dos vectores. Uno está constituido por la etiqueta que una comunidad de expertos impone, creando una realidad que algunas personas hacen propia. El otro vector es la experiencia autónoma de la persona etiquetada, que reacciona creando una realidad que el experto debe encarar.

Esta interacción entre las personas y las formas en que son clasificadas es lo que Hacking denomina **efecto bucle** de las clases humanas. La personalidad múltiple⁷ es una ilustración de este efecto *feedback* por el cual las clasificaciones afectan a las personas clasificadas y viceversa. Así, dice Hacking que fueron los médicos quienes crearon el espacio conceptual para la personalidad múltiple. En medicina los expertos tienden a dominar lo conocido, el paciente, y éste tiende a actuar en el sentido en que los expertos esperan que lo haga. Esto es dinámica pública, dice el autor, pero hay también una dinámica más privada. La personalidad múltiple está ligada con la memoria y los recuerdos de la niñez, memoria que no solamente puede ser recobrada sino que puede ser redescrita. Nuevos significados cambian el pasado, que es reinterpretado o, aun más, reorganizado. El pasado puede así llenarse de nuevas acciones, intenciones, nuevos eventos que son causa del ser presente. Se habla no solamente de “*construir*

⁶ “*We remake the world, but we make up people.*” Hacking (2002), págs. 49-50.

⁷ Hacking incluye a la personalidad múltiple en el grupo de las enfermedades transitorias, aquellas que se presentan sólo en algunas épocas y lugares por razones que están relacionadas con la cultura.

personas sino de construirnos a nosotros mismos volviendo a trabajar nuestra memoria”.⁸ Si una descripción no existía o no estaba disponible en el pasado, entonces en aquel momento no se podía actuar intencionalmente bajo la misma. Quizá sea mejor pensar las acciones humanas pasadas como si fueran en cierta medida indeterminadas. Cuando se recuerda lo que se hizo o lo que otras personas hicieron se puede repensar, redescibir el pasado; y éste vuelve lleno de acciones intencionales que no estaban cuando ese pasado aconteció. Esto ha ocurrido con el abuso infantil, dice Hacking, que se ha expandido de tal forma que más y más situaciones caen bajo su descripción, y hay cada vez más casos de abuso para reportar.

Estilo de razonamiento

Es importante detenerse también en las ideas de Hacking acerca de cómo el lenguaje y los estilos de razonamiento participan en la articulación de los conceptos y en la perspectiva de hacer filosofía como ontología histórica. Los conceptos son palabras situadas; por tanto, un análisis correcto de los mismos requiere dar cuenta de su trayectoria previa y de sus usos. Quien no comprenda la historia de su propia organización central de conceptos, seguramente estará condenado a no saber cómo usarlos. Por eso resulta interesante repasar un tópico quizá más conocido, el **estilo de razonamiento**,⁹ al que Hacking define como *“una nueva herramienta analítica que puede ser usada por historiadores y filósofos para diferentes propósitos”*.¹⁰

El estilo de razonamiento es una unidad social perdurable, impersonal. Es la totalidad de la preparación intelectual, o la disponibilidad de un camino particular para ver y actuar. No es privativo de una ciencia específica, sino que es común a varias. Además, aunque pueden desarrollarse o abandonarse, los estilos son inmunes a cualquier tipo de refutación. Son estables y acumulativos, en algunos momentos llegan a ser fundamentales, y en otros su papel pierde centralidad.

Aunque algunos estilos han sido desplazados (la alquimia, algunas doctrinas astrológicas), pueden ser igualmente comprendidos. Pero esa comprensión no es una cuestión de traducción, sino que implica el aprendizaje de

⁸ “(...) *making up people but making up ourselves by reworking our memories.*” Hacking (1995), p. 6.

⁹ Hacking ha explicitado (1992a, 1992b) que utiliza el término “razonamiento” en lugar de “pensamiento”, como lo hace A. Crombie, porque “razonamiento” significa pensar pero también argüir y mostrar, y tiene que ver con la mente y la palabra pero también con el ojo atento y la mano que manipula.

¹⁰ “(...) *a new analytical tool that can be used by historians and by philosophers for different purposes*”. Hacking (1992), p. 1.

cadena de razonamiento contextualizadas. Hacking separa su noción de estilo de razonamiento de la de inconmensurabilidad de Kuhn, que ha sido estrechamente unida a la noción de traducción. En todo caso, lo que está sujeto a revolución, mutación y olvido es el contenido del conocimiento, no la manera como el mismo se obtiene. La unidad de análisis del cambio conceptual no es el significado de los términos y conceptos, sino los cambios en la función que ellos cumplen en ciertos ámbitos y épocas. Sin embargo, la inconmensurabilidad sí puede darse en el laboratorio, *“porque los instrumentos que proveen las mediciones para uno son inadecuados para otro”*.¹¹

El estilo es desarrollado por una red de personas; comienza siendo impulsado por vectores sociales de diverso tipo y es inseparable de las instituciones que lo desarrollan. Pero a medida que va evolucionando, madurando, se vuelve autónomo de los incidentes microsociales que le dieron origen. Cuando esa autonomía se logra, el estilo ya no necesita soporte o retórica para asumir confianza en sí mismo y generar su propia norma de objetividad. Cada estilo tiene sus propias técnicas de autoestabilización. Un estudio de cada técnica requiere un análisis detallado, específico, del estilo. Casi lo único que tienen en común las técnicas estabilizadoras de diferentes estilos es el hecho de cumplir esa misma función.

El estilo, que determina cómo se concibe el mundo, abriendo pero también forzando las posibles formas de conocimiento, está asociado con una disputa ontológica. Cada estilo implica un debate acerca de lo que existe, porque introduce nuevos tipos de objetos no evidentes ni individualizables previamente. Aparecen también enunciados que antes no eran pronunciados, nuevos criterios de exactitud, nuevos tipos de leyes, de evidencias, de posibilidades, nuevos sistemas de clasificación y de explicación. No se trata de un proceso gradual, el estilo y sus elementos aparecen juntos. El estilo determina también qué enunciados son candidatos a la verdad. Las condiciones de verdad se poseen en momentos definidos del tiempo, y son producto de lo social. Es cierto que el valor de verdad real de esos enunciados es externo al estilo, no depende de cómo se piensa. Pero *“no hay verdad-falsedad en un asunto, independiente del estilo de razonamiento”*.¹² La verdad o la falsedad, y el estilo, crecen juntos.

¹¹“(…) because the instruments providing the measurements for the one are inapt for the other”. Hacking (1992b), p. 56.

¹²“(…) there is no truth-or-false in the matter, independent of the style of reasoning”. Hacking (1992a), p. 135.

Conclusión

Después de esta breve presentación de algunos de los tópicos más importantes en la obra de Ian Hacking nos proponemos señalar, a modo de conclusión, algunos puntos que nos resultan de interés y que abordaremos más profundamente en trabajos posteriores. En primer lugar, nos preguntamos qué significa que la ontología histórica concierne a objetos o efectos que no existían en *ninguna* forma reconocible antes de ser objeto de estudio científico. Porque si tomamos el ejemplo del abuso infantil, que según Hacking no existe como tal hasta 1961-62, él mismo hace referencia a un antecedente inmediato, los niños pequeños apaleados. ¿No es esa una *forma reconocible* anterior?

Por otra parte, Hacking ha utilizado el ejemplo del bacilo de la tuberculosis y su tratamiento con la vacuna BCG para ahondar en la diferencia entre fenómenos naturales y sociales. Propone que la existencia del bacilo no depende de cómo lo describimos –y en ese sentido se distinguiría de los fenómenos sociales, estrechamente relacionados con la forma en que son descritos–; afirma que lo que lo combate es la vacuna, no nuestras palabras. Es cierto, pero la vacuna ¿no está relacionada con nuestra teoría y descripción acerca del bacilo, como lo están las instituciones y las prácticas que interactúan con el niño hiperactivo? ¿Cuál es la diferencia? En principio no parece haberla, y si este fuera el argumento de Hacking para distinguir entre clases naturales y humanas, el mismo parecería ser un fracaso. Pero Hacking ha rechazado que su distinción se base en este argumento, y ha reivindicado que lo importante es que en las clases humanas los agentes son conscientes del efecto bucle. Y ciertamente tiene razón cuando dice que los quarks no son conscientes de que los llamamos y clasificamos como tales.¹³ Pero, ¿tienen siempre las personas conocimiento de cómo las clasificamos?, ¿tiene conciencia el autista de cómo es clasificado? No nos parece evidente una respuesta afirmativa. Hacking podría argumentar, sin embargo, que aunque el autista no tenga conciencia sufre los efectos de la clasificación y reacciona a ella. En ese caso llegaríamos nuevamente a que no se mantiene la diferencia, por él propuesta, entre las mutaciones de los microorganismos a medida que la medicina interactúa con ellos y las transformaciones de las personas a partir de las prácticas sociales con las que interactúan.

En *¿La construcción social de qué?* Hacking confiesa que ha cometido un error, que ha producido una confusión conceptual, mezclando dos órdenes categoriales, pasando del objeto a la idea. Lo que ocurre, afirma, es que hay una interacción entre los conceptos, las prácticas, y las personas. La distinción entre la palabra y la cosa es borrosa en las ciencias humanas: las posibilidades de sus

¹³ Hacking (2001), p. 176.

objetos dependen de la descripción. Sin embargo, sigue afirmando que el discurso no hace el trabajo.¹⁴ Ahora bien, aunque no lo haga, juega un rol que no parecía tener en las ciencias naturales. Y aunque lo que incide sobre los niños hiperactivos no es meramente lo que oyen sobre cómo son clasificados, sino las instituciones y las prácticas en que están insertos, ¿no son éstas resultado de la conceptualización, de la teoría en que se sostienen?

Puede concluirse, entonces, que al encarar las ciencias humanas Hacking modifica la estrategia que había empleado al referirse a las ciencias naturales. Sigue afirmando que en todas las ciencias los resultados se ligan con la intervención, pero el papel de ésta, el de la teoría, y la relación entre ambas han variado de tal modo que, a nuestro entender, en este caso el discurso asume un papel que no tenía en las ciencias naturales. En las ciencias humanas el discurso, las categorías, colaboran en la emergencia de nuevas realidades. Hay fenómenos que no existen como tales hasta que se los clasifica. Y el discurso interviene tanto en la emergencia de tal realidad como en sus posteriores modificaciones a través del efecto bucle.

Creemos que problemas como los que se acaban de señalar provienen del afán del autor por compatibilizar su “instinto analítico”, como él mismo lo llama, con el uso de nociones foucaultianas. Pero también, y fundamentalmente, de que trata de no abandonar dicho instinto analítico al tiempo que intenta no rendirse ante un constructivismo que siente cada vez más cercano pero no quiere aceptar. Esta resistencia juega, a nuestro juicio, en desmedro de aportes interesantes como las nociones de clase indiferente e interactiva, efecto bucle y la idea de nicho ecológico, no mencionada en el presente artículo pero clave en la concepción de Hacking sobre las ciencias humanas.

Bibliografía

- Crombie, A. C. (1994) *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, London: Duckworth.
- Hacking, I. (1982) “Language, Truth and Reason” en Hollins, M. & Lukes, S. (ed) *Rationality and Relativism*. Cambridge, MIT Press, págs. 49-66.
- Hacking, I. (1986) “Making Up People” en Heller, T. (ed) *Reconstructing Individualism: Autonomy, Individuality in the Self Investigation Thought*. Stanford: Stanford University, págs. 161-171.
- Hacking, I. (1992) “‘Style’ for Historians and Philosophers”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 23, págs. 1-20.

¹⁴ Hacking (1998), p. 86.

- Hacking, I. (1992a) "Statistical language, statistical truth and statistical reason: The Self-authentication of a Style of Scientific Reasoning" en Mc. Mullin, E. (ed) *The Social Dimensions of Science*. University of Notre Dame, págs. 130-157.
- Hacking, I. (1992b) "The Self-vindication of the Laboratory Sciences" en Pickering, A. *Science as Practice and Culture*. Chicago: Chicago University, págs. 29-64.
- Hacking, I. (1995) *Rewriting the Soul. Multiple Personality and the Sciences of Memory*. Princeton: Princeton University Press.
- Hacking, I. (1995a) *El surgimiento de la probabilidad*. Barcelona, Gedisa. (Primera edición 1975.)
- Hacking, I. (1998) *Mad Travelers. Reflections on the Reality of Transient Mental Illnesses*. Charlottesville: University Press of Virginia.
- Hacking, I. (2001) *¿La construcción social de qué?* Barcelona: Paidós. (Primera edición 1999.)
- Hacking, I. (2002) *Historical Ontology*. Cambridge: Harvard University Press.

Daniel Bernoulli: la síntesis entre Parménides y Heráclito en el siglo XVIII

Vicente Menéndez
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires.

Introducción

Si de la filosofía de Parménides deducimos la importancia de encontrar los invariantes en la naturaleza para así poder comprender mejor su funcionamiento, en Heráclito, por el contrario, lo que cambia o fluye es la característica del comportamiento natural de las cosas. Sobre este eje central, Karl Popper desarrolla en su libro *El mundo de Parménides* la idea de que todo el desarrollo de la filosofía natural es una permanente lucha entre estas dos concepciones del mundo. Daniel Bernoulli, descendiente de una familia de notables matemáticos, se encontró en pleno siglo XVIII en la disyuntiva, al estudiar el movimiento de los líquidos, de que si lo importante es ese fluir (velocidad) o lo que permanece constante (el caudal o la presión). Y también se encontró en la puja entre leibnizianos y newtonianos en cuanto al concepto de fuerza: aquellos la entendían como *vis viva* o $m \times v^2$ y estos últimos como el producto $m \times a$. Dice Arana en su notable *Estudio preliminar* a los *Escritos de Dinámica* de Leibniz: “[...] el partido leibniziano contó entre otros con los nombres de Johann y Daniel Bernoulli, Hermann S. Gravesande y van Muschenbroek, que sin duda estaban en vanguardia del movimiento científico del momento” (Arana, 1991, p. xxxix). Sin embargo, la maravillosa síntesis que realiza Daniel Bernoulli en su notable ecuación fundamental de la hidrodinámica, en donde se inspira en conceptos de unos y de otros, representa no solo un triunfo de la matematización de la naturaleza acorde con la época de la Ilustración en la cual vivió, sino también una confirmación de la tesis según la cual las teorías nunca son rechazadas prematuramente.

Esta síntesis bernoulliana es admonitoria sobre otras que nos mostrará la historia de la ciencia, como por ejemplo la que acontecerá en el siglo XX entre la teoría corpuscular de la luz newtoniana y la ondulatoria de Huygens. Pero si bien Daniel Bernoulli es conocido en la historia de la ciencia como el padre de la hidrodinámica, algunos autores, como Desiderio Papp, creen que su mayor mérito es la genial idea esbozada en el capítulo X de su obra *Hidrodinámica* (Basilea, 1738), porque allí desarrolla los primeros pasos, como veremos luego, de la

trascendental doctrina que se conocerá en el siglo XIX como la teoría cinética de los gases (Papp, 1945, p. 95). Es interesante observar también que otros contemporáneos de Daniel Bernoulli trataron de desarrollar síntesis entre las ideas de fuerza de Newton y de Leibniz. Un caso es el del jesuita Roger Boscovich, quien lo expresa así en *A Theory of Natural Philosophy*: “La teoría de fuerzas mutuas que sigue, que he alumbrado en 1745 [...], presenta un sistema que está a medio camino entre la de Leibniz y la de Newton; tiene mucho en común con ambas y difiere ampliamente de cada una de ellas [...]” (Boscovich, 1986, p.19).

El entorno familiar de Daniel Bernoulli

Johann Bernoulli, padre de Daniel, matemático y fundamentalmente geómetra notable (al igual que su hermano Jacob), dedicado al estudio de curvas como la catenaria, la braquistócrona, la cicloide y otras que le valieron fama en Europa, tenía tan mal carácter que se ganó el apodo de Bernoulli el “pendenciero”. Además hacía alarde de un cierto chauvinismo intelectual, por ejemplo al ponderar a Descartes y Leibniz (de quien era amigo personal) en contra de Newton. En particular, acerca de la naturaleza de la fuerza centrípeta newtoniana en los movimientos planetarios escribió un ensayo donde critica esta concepción de Newton y defiende la idea (aunque algo modificada por él) de los vórtices cartesianos como responsables de dicho movimiento (Shea, 1988, pp. 82 -86).

Contrariamente a la lógica del amor filial, tuvo graves enfrentamientos con su hijo menor Daniel por cuestiones de primacía científica, llegando incluso a echarlo de la casa paterna en ocasión de compartir un premio que le otorgó simultáneamente a ambos la Real Academia francesa, considerando Johann que solo él era acreedor del premio y que no podían colocar de ninguna forma a su hijo Daniel a su misma altura intelectual. Aún más, en ocasión de publicar Daniel su obra maestra *Hidrodinámica* (1738), su padre, con posterioridad, publica estudios de hidráulica que fecha *ex profeso* con anterioridad al libro de su hijo. De todas formas es innegable que este ambiente intelectual fue ampliamente propicio para desarrollar las capacidades del joven Bernoulli. A esto sumemos que convivió con Leonhard Euler en la Academia de San Petersburgo durante sus años de mayor producción científica y tendremos los elementos suficientes para explicar a este “virtuoso”, término con que así se denominaba en el siglo XVIII a los hombres de ciencia que combinaban un elevado saber teórico con el quehacer experimental y práctico.

Los comienzos de un genio con personalidad multifacética

Daniel Bernoulli (1700-1782), si bien realizó estudios de medicina, poseía una particular fascinación por las matemáticas aplicadas, tanto a la teoría de la música como posteriormente a la dinámica de los fluidos y al cálculo de probabilidades. La especulación teórica junto con una buena dosis de criterio experimental fueron las características esenciales del joven Bernoulli, que así fue conformando una personalidad multifacética y versátil que afianzó en sus viajes por Italia (Padua), Holanda (Groninga), Suiza (Basilea) y Rusia (San Petersburgo), lugares donde estudió o ejerció la cátedra. Pero sabemos que pasa a la historia de la ciencia por sus contribuciones al estudio del comportamiento de los fluidos en movimiento. Aquí muestra amplia erudición al mencionar en sus trabajos a Newton, Leibniz, Huygens y a su propio padre; en cuanto a las aplicaciones prácticas, se retrotrae a trabajos de Evangelista Torricelli y del fraile dominico Benedetto Castelli. Según relata Daniel, los trabajos y teorías de Harvey lo sedujeron inmediatamente, y del libro *Sobre el movimiento de los animales*, del italiano Giovanni Alfonso Borelli (publicado en Roma en 1680), primera obra donde aparecen utilizados los principios de la hidráulica para la investigación de la circulación sanguínea, extrae ideas que desarrollará en su tesis de grado (Sánchez & Valdés, 2001, p. 173).

Abriendo caminos propios

En sus primeras investigaciones sobre el movimiento de los fluidos Bernoulli comprendió que la escuela de su padre pecaba de chovinista; se apoyó, en cambio, tanto en la hipótesis de Torricelli de descomposición del chorro en gotas indivisibles (utilizando la idea de su maestro Galileo, Torricelli considera al líquido compuesto por gotas pesadas y expresa una ley del movimiento de líquidos semejante a la caída libre de los cuerpos: la llamada fórmula de Torricelli, $v = \sqrt{2gh}$) como en la hipótesis de Newton de considerar el chorro como un continuo, cosa que sir Isaac trata en el segundo tomo de los *Principia*. Esta consideración de lo continuo y lo discreto en la modelación y análisis de los fenómenos será una característica del pensamiento renovador de Daniel (Sánchez & Valdés, 2001, p. 178). Es a partir de razonamientos mecánicos que deduce lo que su amigo Euler llamó “la gran paradoja”: el hecho de que a mayor velocidad de una corriente líquida es menor la resistencia al avance. Bernoulli piensa que la paradoja se elimina si analizamos que el cambio de presión es la causa y el cambio de velocidad el efecto. Convierte la paradoja en un principio físico que implica el aumento de velocidad de un fluido en movimiento cuando disminuye la presión en

el tubo por donde fluye. El objetivo declarado de sus estudios sobre la dinámica de los fluidos era “la intención de unir a ésta una segunda parte para la aplicación de estos descubrimientos a la circulación sanguínea, el movimiento del aire en la respiración y el movimiento de otros líquidos en el cuerpo humano”, según se lee en el Informe que presentó a la Academia de Ciencias de San Petersburgo.

La segunda parte de este tratado sobre las aplicaciones de la hidrodinámica a la fisiología nunca fue escrita. Y por uno de esos azares, tan característicos en la historia de la ciencia, la aplicación más poderosa de la ecuación de Bernoulli tendría lugar más de un siglo y medio después en el terreno de la aerodinámica o sea el tratamiento y explicación física del vuelo de aeronaves.

La síntesis bernoulliana en el estudio de la hidrodinámica

El concepto de *fuera viva* proviene de Leibniz, quien la define como $m \times v^2$ porque este producto permite calcular la altura a la cual llega un objeto de masa m y velocidad v cuando se lo arroja hacia arriba. El principio de conservación de esta magnitud cuando no actúan fuerzas exteriores fue generalizado por Johann Bernoulli. Daniel Bernoulli, leyendo a Harvey, comprendió que la altura de la sangre que brotaba de una arteria cuando ésta era abierta es una medida directa de la presión en el interior de la misma. Según el principio de conservación de la *vis viva* que había tomado de Leibniz y de su padre, advirtió que cuando se arroja al aire cualquier objeto hay una compensación entre la *vis viva* y la altura. En el principio que su mente estaba construyendo, ¿se supondría una compensación entre la *vis viva* y la presión del fluido? La respuesta la encontró tomando de Leibniz la idea de reducir el problema en sus partes infinitesimales: imaginó al líquido compuesto por una sucesión de discos sólidos de anchura infinitesimal, pegados los unos a los otros. Luego considera las tres leyes de Newton y la ecuación de continuidad y en lugar de la masa del objeto sólido resulta la densidad del fluido. Los cálculos de Bernoulli le confirmaron lo que sus experimentos con tuberías le sugirieron desde un principio: que los fluidos obedecen al principio de conservación de la *vis viva*. La diferencia con los sólidos es que el fluido en movimiento compensa su pérdida de *vis viva* no con altura sino con la presión, o sea:

$$\text{presión} + \text{vis viva} = \text{constante}$$

y finalmente:

$$\text{presión} + \text{densidad} \times v \times v = \text{constante}$$

El joven autor se maravilló de su propio descubrimiento y expresó que “es sorprendente que haya permanecido desconocida hasta ahora esta sencilla regla de la naturaleza” (Guillén, 1999, p. 92).

Un siglo y medio más tarde Gaspard Coriolis agregaría el factor $\frac{1}{2}$ a la fórmula original de la *vis viva* y es el término que hoy conocemos como energía cinética.

¿La teoría cinética de los gases a comienzos del siglo XVIII ?

Como hemos mencionado más arriba, se considera que la base histórica de la trascendental teoría cinética de los gases queda sentada cuando en el capítulo X de la *Hidrodinámica*. Bernoulli explica la elasticidad de los gases por la incesante agitación de las moléculas que se desplazan independientemente las unas de las otras, en línea recta, comparables a diminutas bolas elásticas que chocan unas con otras y bombardean las paredes del recipiente. La suma de estos impactos se manifiesta como la presión del gas. Ésta crece con el aumento de la temperatura, que es inseparable de la velocidad de las moléculas:

Fácil es ver que la presión es proporcional al cuadrado de esta velocidad (molecular) puesto que, si la velocidad crece, el número de los impactos y la intensidad de ellos también aumentan y cada una proporcionalmente a la presión (Papp, 1945, p. 96).

Esta idea, aunque intuitiva, pero seguramente basada en el concepto de *vis viva* que hemos considerado anteriormente, de vincular la presión con el cuadrado de la velocidad de las moléculas y que Bernoulli enuncia con total claridad, en una época en donde se consideraba al calor como materia (según la teoría del calórico) quedó en el olvido. Pero coincidimos con Papp en que Daniel Bernoulli fue quien dio el salto epistemológico de una entidad observable por instrumentos simples (la presión) a una magnitud inobservable (la velocidad de las moléculas) y que sólo por ello tendría un lugar en la larga historia de las ideas geniales y premonitorias en el campo de la física. Y una vez más, como lo hizo al estudiar los fluidos, su metodología consistió en tomar un problema concreto, descubrir su esencia matemática, modelarlo y encontrar la forma más simple de solucionarlo (Sánchez & Valdés, 2001, p. 209).

Conclusiones

La síntesis entre Parménides y Heráclito que esbozamos retóricamente al comienzo de este trabajo y la posterior que realiza entre las ideas de Leibniz y de Newton para aplicarlas al movimiento de los fluidos, como así también su genial y premonitoria idea del movimiento molecular como causa de la presión, tornan a Daniel Bernoulli como algo más que un fisicomatemático que sólo formuló una famosa ecuación. En el Siglo de las Luces fue quien “alumbró” el problema de los fluidos con leyes que se concebían exclusivamente para los sólidos, rompiendo barreras mentales entre newtonianos y continentales que sólo actuaron como freno al desarrollo de la física durante el período de la Ilustración.

Referencias bibliográficas

- Arana Cañedo, J. (1991), Estudio preliminar y notas a *G. W. Leibniz Escritos de Dinámica*, Madrid: Tecnos.
- Boscovich, R. J. (1986), *A Theory of natural Philosophy*, Cambridge, Mass and London, England: MIT Press. Versión en inglés de la edición veneciana: *Theoria philosophiae naturalis*, 3^o edición, Venecia, 1763.
- Guillén, M. (1999), *Cinco ecuaciones que cambiaron el mundo*, Madrid: Debate.
- Papp, D. (1945), *Historia de la Física*, Buenos Aires: Espasa Calpe.
- Sánchez, F. y Valdés C. (2001), *Los Bernoulli, geómetras y viajeros*, Madrid: Ediciones Nívola.
- Shea W. R. (1988), “The Unfinished Revolution: Johann Bernoulli (1667-1748) and the Debate Between the Cartesians and the Newtonians”, en Shea W. R. (ed.), *Revolutions in Science: Their Meaning and Relevance*, Canton, Mass.: Watson Publishing International, pp. 70-92.

Un examen de la relación entre escepticismo y epistemología: el caso del llamado *escepticismo científico*

Alejandro Mioli

1. Enunciado del problema:

Supongamos que un observador extraterrestre (?) llega a la Tierra y observa lo siguiente: un comité que decide la asignación de fondos para ciencia y técnica rechaza con términos severos una petición de fondos para investigar la transmisión de información por medio de los sueños. El observador verá que el proyecto no se rechaza por verdadero o falso –ya que no tiene sentido decir que una búsqueda que no comenzó sea verdadera o falsa- sino que en los considerandos del comité, se hacen una serie de estimaciones metodológicas y epistemológicas, de las cuales se desprendería el comité ha juzgado en modo absoluto que tal proyecto nunca podría llegar a ser conocimiento de ninguna especie.

Entonces el observador nota que ciertas agrupaciones de científicos, filósofos, divulgadores y docentes de ciencia comienzan una campaña muy crítica contra dicho pedido y contra todo pedido de financiación de proyectos para investigar la transferencia de información en sueños; y toma nota que tales agrupaciones profesan lo que se llama **escepticismo científico**¹ (EC) y que constituyen un movimiento de ideas militante que emplea argumentos escépticos para la justificación de su rechazo radical. Como ejemplo de ello encuentra al

¹ El uso de la expresión *escepticismo científico* que analizamos debe ser diferenciado de otros usos de dicha expresión que son sinónimos de ‘formulación de conocimiento negativa’ o de ‘rechazo de una formulación de conocimiento’. Así, en un informe sobre el síndrome de la vaca loca, se dice “...científicos escépticos respecto de la posibilidad de contagio a las personas por la vía de la ingesta de carne de vacuno enfermo insisten en que la diferencia entre los priones bovinos y humanos afecta a 30 codones (sólo hay 7 codones distintos en el caso de la vaca y la oveja)...” (cfr. http://www.infocarne.com/bovino/vacas_locas4.asp) contradiciendo a aquellos científicos que rechazan la proposición “La ingesta de tejido animal infectado por priones genera una enfermedad similar en los humanos”. En este contexto se llama *escéptico* a quién rechaza una formulación de conocimiento particular dentro de una disciplina académica i.e. se tratará de una discusión sobre la evidencia relevante para la aceptación o rechazo de esta proposición.

CSICOP (Committee for the Scientific Investigation of Claims of the Paranormal) que define su objetivo como la tarea de "... investigación crítica de los reclamos de conocimiento de la ciencia paranormal o marginal desde un punto de vista científico y responsable y hacer llegar la información factual sobre los resultados de tales investigaciones críticas a la comunidad científica y al público".

Nuestro observador nota que en la filosofía contemporánea de las ciencias las líneas más dinámicas de investigación de estudios meta-científicos (el ya clásico itinerario Hanson- Kuhn, Lakatos, Feyerabend. Latour, Pickering, Fuller, Pinch entre otros) se han desarrollado empleando argumentos escépticos: (i) en la crítica de la información senso-perceptual como evidencia garantizadora (los tropos de Enesidemo), (ii) en los intentos de justificación criteriología de las teorías (los tropos de Agripa) y (iii) en el rechazo de las pretensiones realistas (la teoría putativa del conocimiento de Carneadas). Y en muchos libros de texto y cursos se enseñan cosas como que toda ciencia aceptada hoy será, en algún punto futuro, desestimada –pudiendo serlo mañana mismo-, que no hay incremento de verdad, que es más racional aceptar el riesgo máximo, que no es posible ofrecer una teoría de la confirmación; todo lo cual parece poner en entredicho la cláusula un punto de vista científico y responsable.

Entonces surge una pregunta ¿Cómo se llaman escépticos, y como tales pretenden darle un lugar central a la duda, ellos que emplean argumentos escépticos para bloquear cualquier alternativa contra ciertos dogmas, cuando los llamados argumentos escépticos se emplearon en sentido completamente diferente: para mostrar el carácter aporético de toda formulación de conocimiento positivo, y cuando la imagen del conocimiento científico que surge de la filosofía actual parece llevar esta misma dirección?

2. Dos tipos de duda:

La pregunta anterior puede entenderse de dos maneras. Podrá sostenerse que es una pregunta trivial: si la actividad de quienes profesan el escepticismo científico no se condice con la de los escépticos clásicos, entonces estamos ante un caso de equívocidad y basta cambiar el nombre o hacer una salvedad.

Pero en la medida que se plantea que la duda tiene un rol central en las políticas de conocimiento, el escepticismo clásico será relevante para la apreciación del EC.

Esta distinción se puede hacer porque existen dos tipos de duda:

- **La duda cognitiva o epistémica que se opone a la credulidad:** un sujeto es crédulo –o más o menos crédulo- si cree cualquier proposición sin requerir reportes de algún tipo que operan como indicadores de la

verdad de p y sin ejercer ningún control sobre p ; esta credulidad podrá ser moderada o extrema, en función de la mayor o menor disposición de aceptar cualquier cosa. Esta duda puede entenderse como un déficit de razones por las cuales un creyente acepta creer que p ; y su alcance será local ya que no pretende una abolición de toda pretensión de conocimiento sino que, por el contrario, es contra un fondo de conocimiento aceptado sin más, que se ejerce la duda específica (se rechaza la credulidad) sobre un cierto tópico. En la duda cognitiva cada rechazo de un tema supone un refuerzo de la adhesión a aquel fondo de conocimiento aceptado.

- **La duda escéptica o radical que se opone a dogmatismo:** Supone un ejercicio de investigación que tiende a mostrar el carácter aporético de cada razón que se ofrezca para justificar una creencia al mostrar que cada una de ellas tiene una contra-razón efectiva, o que se puede señalar una contra-razón posible, y que se es imposible seleccionar entre la razón o de la contra-razón.

En principio EC parece estar involucrado con la oposición duda radical/dogmatismo ya que:

- (i) *Crédulo* e *incrédulo* son predicados básicamente individuales y fuertemente psicológicos, mientras que *dogmático*² o *no dogmático* son predicados que se aplican no sólo a sujetos sino a sistemas de creencias y doctrinas enteras.
- (ii) El dogmatismo tiene un componente estructural: instituciones, tradiciones y comunidades epistémicas precisas, las cuales trascienden el psiquismo de cada cognoscente individual.

Dado (i) y (ii) el dogmatismo –y no la mera credulidad- supondrá el empleo de un **canon metodológico**, i.e., un conjunto de instrucciones y procedimientos que permite producir formulaciones de conocimiento (FC) que tengan pretensiones de objetividad, que estén hechas en contextos cerrados³ en los que todos los elementos que se pretenden interferir o condicionar estén determinados o descontados y se puedan predeterminar las posibilidades de sesgos; por ello operará como criterio de validez / confiabilidad / aceptabilidad / credibilidad o sea

² Esta expresión debe ser entendida sin ningún matiz peyorativo: para los escépticos, los dogmáticos son aquellos que afirman tener conocimiento verdadero sobre las causas ocultas o principios o esencias de las cosas que aparecen y por ende, poseer un criterio de verdad sobre tales materias.

³ La condición de contexto cerrado o clausurado está en la base de la concepción de las ciencias que desarrolló el realismo crítico, (cfr. Bashkar (1978).

del punto de vista científico y responsable (suponiendo que el conjunto de aquello que sea delimitado en forma procedimental –aquellas FC que sean válidas / confiables / aceptables / creíbles– será convergente con el conjunto de FC verdaderas).

De ese modo dicho canon permitirá una delimitación procedimental de los contenidos sustantivos de las FC, y permitirá ejercer políticas de conocimiento tanto académicas –v.g. decisiones sobre la aceptación y financiación de investigaciones, categorizaciones académicas, formación de postgrado, aceptación de tesis doctorales, referato de publicaciones académicas, evaluación de las mismas publicaciones, evaluación de informes de investigación- como públicas – v.g. impacto ambiental, autorización de medicamentos o alimentos, o los análisis de riesgo no actuarial (para una precisión de tal noción cfr. Bianchini & Mioli (2204).

EC supone una radicalización del proyecto de delimitación en el cual, sobre el componente procedimental, se ejercerá una duda radical respecto de toda FC que parezca en conflicto con el conocimiento científico establecido en un tiempo y situación dados. En ese sentido la duda sostenida por EC ofrecerá un recurso de delimitación adicional a la mera delimitación procedimental. Debemos examinar tal recurso.

3. Duda y delimitación

La situación anterior desemboca en una dicotomía absoluta: se delimita entre **FC científicas** –que proveerán de los contenidos sustantivos necesarios para la operación de la duda científico-escéptica- y otras que podemos llamar **FC mundanas** –hechas fuera de las instituciones académicas.

Pero la situación no es tan clara ya que dicho canon no demarca de manera unívoca las FC científicas de las FC mundanas, ya que la situación es más compleja que una mera dicotomía:

- (i) Existen numerosos cruces conceptuales (interdisciplinariedad, trasndisciplinariedad, etc.) que no pueden delimitar del mismo modo que la delimitación que se ha fijado en las disciplinas más establecidas.
- (ii) Correspondientemente, hay un complejo traspasamiento de metáforas y otros recursos entre distintas disciplinas.
- (iii) Hay FC científicas que emplean nociones o categorías o tesis que no son estándares en los léxicos aceptados por una disciplina, a tal punto que son calificadas como alógenas.

- (iv) Hay disciplinas cuyo estatuto científico se discute, y sin embargo producen FC y fungen de autoridad epistémica.
- (v) Hay un uso creciente de vocabularios o metáforas científicas en contextos mundanos.

En rigor la situación es bastante más compleja, y una distinción mínima que se puede trazar será la siguiente:

FC MUNDANAS1	FC que no analogan a la ciencia, emplean un vocabulario mundano y se refieren a multitud de situaciones tanto naturales como extranaturales.
FC MUNDANAS2	FC que emplean vocabulario científico mundanizado, se hacen sobre temas tratados usualmente en ámbitos académicos.
FC CIENTÍFICAS1	FC No clásicas/No estándares: rompen con las FC asumidas como principios centrales de las disciplinas académicas.
FC CIENTÍFICAS2	FC Clásicas/estándares: son producidas habitualmente en las disciplinas académicas

La delimitación puramente procedimental no es una delimitación mecánica, pues los procedimientos no son fijos y la conexión entre instrucciones y material sobre el que se opera involucra la mediación intencional de los actores cognitivos-con todos los elementos de debilidad, sesgos, labilidad, que tiene esta mediación.

En numerosos contextos, la decisión sobre el carácter científico o no de una FC no se puede hacer con dicho canon, v.g. fracasa la consideración de contextos cerrados, o hay problemas de indeterminación de la información disciplinar que se considere, o literalmente las hipótesis teóricas no tienen suficiente determinación empírica o hay sub-determinación de la información que se empleare como evidencia. En este caso, la distinción estándar/no estándar se trazarán no sólo sobre recursos procedimentales, sino sobre las proposiciones teóricas fundamentales o leyes de las teorías principales de cada disciplina: así tanto las FC mundanas análogas como las FC científicas no estándares se delimitarán **procedimentalmente** –por no cubrir las condiciones metodológicas que permiten garantizar una FC– y **sustantivamente**- porque entran en conflicto con las leyes teóricas.

EC supone la radicalización de esta situación:

Punto de vista científico y responsable =

= canon procedimental (fijo) + contenidos sustantivos (provisionales)

Por ello, EC supondrá un incremento al máximo del componente sustantivo –suspendiendo en todo lo posible la provisionalidad intrínseca de las FC científicas

4. Conocimiento no estándar

La diversidad y arbitrariedad de las FC mundanas es inmensa y muchas de ellas suponen un abierto rechazo del conocimiento científico procedimentalmente fijado hasta llegar a una absoluta heterogeneidad y temeridad siendo en algunos casos completamente alógenas, v.g. la Sociedad de la Tierra Plana o las hipótesis de Erich von Daniken.

Pero no todas las FC no estándares tienen ese grado de extrañeza; por lo contrario hay FC formuladas por agentes epistémicos que se formaron académicamente y son parte de colectivos disciplinares, y que pretenden formar parte de dichos colectivos. Para dichos agentes, el carácter no estándar de dichas FC no supone un abandono de la disciplina o la apelación de reglas de evidencia y procedimientos paragnósticos⁴, sino que ellos siguen aceptando el cierre metodológico y los criterios procedimentales, discrepando sobre el alcance y sobre las formas de tal cierre e interpretación de la información factual.

Podemos enumerar algunos ejemplos de tales FC que pretenden ser científicas pero se alejan de los núcleos disciplinares aceptados:

1. Las FC de cierta escuela médica que sostiene el éxito terapéutico de soluciones infinitesimales (v.g. la escuela médica homeopática cfr. Klejinen J., Knipschild P., ter Riet G (1991); Linde K, Clausius N, Ramirez G, Melchart D, Eitel F, Hedges LV, Jonas WB.²²(1997);
2. Las FC de ciertos químicos que proponen un soporte material para las medicinas alternativas cfr. J. Benveniste (1988);
3. Las FC de ciertos astrónomos y cosmólogos que discrepan con los supuestos centrales de los modelos cosmológicos de creación y

⁴ Esta referencia es importante porque muchas FC mundanas pretenden fundarse o generarse en facultades cognitivas no estándares, v.g. la telepatía, la empatía natural, los estados alterados de conciencia, etc. En el caso del escepticismo científico que estudiamos, las FC que se demarcan como no científicas –la lista (1) a (10)-- no pretenden apelar en ningún momento a una capacidad paragnóstica. Sin embargo, la apelación a capacidades paragnósticas no se debe desestimar: en efecto, si fuera el caso que la parapsicología lograra la aceptación de estados alterados de conciencia o de capacidades perceptuales no estándares en la corriente principal de las ciencias, entonces la apelación a información lograda de esta manera estaría procedimentalmente aceptada.

expansión, afirmando que el universo no se expande y que el corrimiento al rojo se debe a algún mecanismo de degradación de la luz que no conocemos cfr. Halton Ar`p (2003);

4. Las FC de una comunidad de científicos que intentan estudiar la transferencia de información sin interacción física cfr. J. Rhine (1990);
5. Las FC de ciertos investigadores que interpretan literalmente los reportes de sujetos en estados de privación vital extrema o experiencias cercanas a la muerte, cfr AA VV. (2001);
6. Las FC de ciertos investigadores que dicen haber observado efectos de disminución del peso (masa gravitatoria) de ciertos mecanismos puestos en una balanza cfr. E. Podkletnov y R. Nieminen (1992);
7. Las FC de ciertos biólogos que incorporan mecanismos lamarckianos para explicar la deriva de las especies en el tiempo cfr. John Cairns et al. (1998);
8. Las FC de ciertos físicos y químicos que postulan la producción de efectos de fusión nuclear con técnicas anómalas cfr. Rusi Taleyarkhan (2002);
9. Las FC de ciertos psicólogos o antropólogos según los cuales los EAC – estados alterados de conciencia– permiten acceder a planos de realidad no clásicos y a dimensiones extrañas a nuestro mundo físico tridimensional cfr. Charles Tart (1979) o Carlos Castañeda.
10. Las FC de Louis Kervran que postula la existencia de efectos de transmutación de elementos por acción biológica, cfr. Louis Kervran (1988).

Todos estas FC científicas no-estándares pretenden tener el mismo nivel de científicidad que las FC científicas estándares, sus autores se formaron en comunidades académicas, y se consideran a sí mismos haciendo aquello que hacen los miembros de dichas comunidades. Pero ellos contravienen, de una u otra manera, los núcleos disciplinares sustantivos –a tal punto que si cada una de dichas FC no estándares se tomara literalmente como verdadera, obligaría a reescribir buena parte de ellos. Y en ese sentido la reacción de las comunidades académicas disciplinares ha sido de rechazo: en primer grado será un rechazo de política cognitiva fundado en el canon procedimental; pero en la medida en que EC comienza a involucrarse, el rechazo se hará en términos cada vez más sustantivos,

hasta suponer que conflicto con los núcleos disciplinares → falsedad incontestable⁵.

§5. Delimitación escéptica. La demarcación escéptica supone proporcionar medios que permitan tal cosa; en principio EC ha afirmado los siguientes filtros epistémicos:

- FE1: Una FC no estándar debe ofrecer evidencia extraordinaria (esta condición es atribuida a Carl Sagan).
- FE2: Una FC no estándar debe superar el desafío de test de Randi⁶.
- FE3: Una FC debe ser consistente con el conocimiento establecido (v.g. una FC biológica no puede contradecir los principios de la termodinámica).

Para ilustrar con un ejemplo, podemos tomar el primer caso de la lista anterior: en el caso de la medicina homeopática se aduce que no puede pasar FE2 y que su base viola FE3. Respecto de FE2, se aduce el efecto placebo como explicación alternativa de la supuesta eficacia terapéutica de la farmacopea homeopática, y respecto de FE3, se aduce que la ley de las similitudes contraviene un principio químico fundamental: el número de Avogadro⁷. La crítica escéptica aquí es radical: cualquier pretensión de que la homeopatía funcione está física y químicamente excluida, porque la pretensión de acción de soluciones

⁵ Esta situación no equivalente a la que presentara T. Kuhn: aquí los miembros de la comunidad científica entienden perfectamente el vocabulario y las consecuencias teóricas de las FC no estándares, simplemente las declaran falsas.

⁶ Lo llamo **desafío de Randi**, por James Randi, un mago profesional defensor del escepticismo científico. Se hizo famoso cuando en la década del 80 se presentó a la televisión estadounidense y reprodujo los efectos de un mentalista israelí, Uri Geller, explicando luego cómo se hacían los trucos. Así el test de Randi supone que si reproducen un efecto que se explica con FC no estándares, sin apelar a ella, esto es una razón para rechazar la FC no estándar.

⁷ De acuerdo con la farmacopea homeopática, los remedios homeopáticos se miden en términos de **centesimales hahnemannianos** o C –siendo 1C la disolución de una unidad de una sustancia en cien veces su peso en solvente y cada XC la subsiguiente disolución de una unidad ya diluida. En esta farmacología, se emplean disoluciones de 12 C, en las que se llega a un conflicto con la química, porque se ha disuelto una sustancia hasta tener una cuatrillonésima parte del soluto en el solvente, lo que es menor al número de Avogadro. Esto se puede ver si se piensa que disolver un grano de sal en todos los océanos de la Tierra nos daría una concentración mayor que la disolución 12C.

hahnemannianas es imposible según la física y química actual, o porque todos sus éxitos terapéuticos podrían replicarse por medio de efectos placebo.

¿Pero es ello así? ¿Se puede considerar sin más que los filtros epistémicos fundados en núcleos disciplinares deban ser tomados como un canon metodológico adicional?

Respecto de FE1. La apelación a evidencia extraordinaria también tiene problemas pues impone un sesgo conservador a cualquier posibilidad de expandir o cambiar nuestras teorías, una tarea compleja que comienza con esbozos, conjeturas, ideas más o menos entendidas, modelos especulativos, y supone una compleja tarea de análisis y control metodológico de distintas etapas ya que las teorías no nacen completas. En ese sentido las restricciones procedimentales no deberían sesgar en dirección de las teorías más conservadoras, porque la novedad supone muchas veces una ruptura total con la intuición establecida por el consenso sustantivo vigente. Además, la noción de ser ordinario/ser extraordinario depende de un contexto, por lo que la misma evidencia podrá ser ordinaria o extraordinaria según la descripción que demos de ella.

Respecto de FE2. La mera réplica no garantiza que el efecto original no sea efectivamente como se aduce en la FC no estándar, ya que la mera posibilidad de dar réplicas clásicas de fenómenos no clásicos no implica la falsedad de la FC no estándar; por consiguiente, el test de Randi lo único que señala es que la explicación no estándar que se ofrece del efecto señalado debe justificarse con evidencia adicional; pero en este caso el test de Randi no hace sino repetir, en forma mundana, la tesis metodológica que sostiene que los datos iniciales motivadores de una hipótesis teórica no podrán tomarse como evidencia corroboradora relevante sino que se deberían anexar datos de contrastación adicionales.

Respecto de FE3. La exigencia de consistencia entre una FC y las leyes teóricas plantea un problema ya que hay límites para establecer que los conjuntos de creencias de un cognoscente, v.g. que un réferi de una publicación académica esté libre de contradicción –más allá de que él *suponga* tal cosa- y sea consistente. Por el contrario, tales conjuntos de creencias tienen una estructura modular, y muchas veces tienen entre sí contradicciones no clásicas o no-triviales. En esa eventualidad, pedir que una FC sea rechazada por la mera contradicción patente supone que el réferi tiene capacidades epistémicas mayúsculas; lo que está en juego son grados de aceptación que sean compatibles con ciertas contradicciones y no con otras, lo que involucra que un réferi que juzga una FC no-estándar deberá poder estimar el grado de riesgo que supone para la disciplina la aceptación de una FC no-estándar. Por otro lado, la insistencia en el carácter anómalo de las FC no

estándares puede caer en la trampa de Hume⁸ (emplear como certeza lo que se afirma que es provisional): las leyes científicas se dicen *prima facie* verdaderas, pero se supone que son literalmente falsas, y al mismo tiempo se toman como filtros epistémicos completos y definitivos –necesarios– de aceptación, filtros que por sí no tienen justificación⁹.

6. Problemas de EC

Retomemos la pregunta inicial: el rol delimitador que EC le da a la duda supone un intento –fallido a nuestro juicio– de rechazar la credulidad manteniendo el carácter abierto de la empresa cognitiva; ese intento lleva a tomar como criterio demarcador –como fondo desde el cual se descrea de nada– al estado del conocimiento en un tiempo dado, un contexto social dado, una política de conocimiento dada y demás. Así, el intento de criterios sustantivos completos –sumados a los criterios procedimentales– supone un ejercicio del dogmatismo más cerrado, y EC simplemente muestra ese dogmatismo –fundado en la creencia meta-metodológica señalada que supone una convergencia *ideal*¹⁰ entre aquello delimitado procedimentalmente y las verdades fundamentales en cada dominio cognitivo.

Pero esta creencia es una profesión de fe inductiva: dado que ciertos procedimientos tuvieron éxito respecto de ciertos fines propuestos, y que ciertos instrumentos cognitivos parecen representacionalmente exitosos, mantenemos, mejoramos, corregimos tales procedimientos; pero esto no se puede probar.

Por consiguiente se puede conjeturar que EC supone una contradicción ya que por un lado se postula un **conocimiento sustantivo seguro –las leyes fundamentales–** sobre cuya base se proponen filtros epistémicos que regimientan la aceptación de FC no-estándares, y por otro lado se exagera la **duda como base del canon metodológico**, distancia crítica que no tendrían los proponentes de las

⁸ Si bien excede este trabajo, esta trampa surge de la tarea que le impone Hume a las leyes naturales, ya que sostiene que “... respecto de una cuestión de hecho, por rigurosa que pueda ser la prueba extraída de la experiencia, yo siempre puedo concebir lo contrario, aunque no siempre pueda creerlo.” (1740, X, 2) y en el análisis de los milagros sostiene “Un milagro es una violación a las leyes de la naturaleza, y como una experiencia firme e inalterable ha establecido estas leyes...” (1748, X, 2). Dado que la creencia no es epistémica sino actitudinal, lo único que puede decir es que un milagro contraviene nuestras creencias, pero en rigor Hume pretende ir más allá y rechazar la mera posibilidad de milagros.

⁹ El análisis del complejo proceso de transformación de proposiciones en criterios o reglas cognitivas lo ha desarrollado L. Wittgenstein (1969).

¹⁰ Esto supone que los recursos procedimentales generan conocimiento confiable, en forma análoga a las reglas de derivación lógica que preservan la verdad.

FC no-estándares. Pero esa **duda literal** supondrá un ejercicio de distanciamiento de toda pretensión de verdad y garantía epistémica, ejercicio que estará en conflicto la pretensión de filtros epistémicos sustantivos y que generará una situación de tensión en el seno del proyecto EC, ya que este programa toma el estado de una disciplina en un tiempo T y lo absolutiza como un estado epistémico eterno.

Cada uno de los ejemplos de FC no-estándar que hemos mencionado carece de contradicción interna, y no pasa los filtros epistémicos; sin embargo de ello no se sigue la falsedad de todas o de algunas de ellas. Dicho de otra manera, los filtros no garantizan que lo que pase sea seguro y lo que no pase sea falso o epistémicamente lábil; bien por el contrario, la fenomenología concreta de la historia de las ciencias nos muestra multitud de casos en que los filtros epistémicos que se creían seguros dejaron a un lado FC científicas que, pasado el tiempo, fueron aceptadas como ciencia *mainstream*.

Podemos terminar apelando a lo que se podría llamar una vía media entre duda radical y pretensión cognitiva: siguiendo la caracterización del escepticismo de Sexto Empírico¹¹, Marcello Truzzi¹² ha distinguido entre pseudo-escepticismo y zeteticismo. Señala Truzzi que

“El verdadero escéptico toma una posición agnóstica que dice que un reclamo <v.g. una FC no estándar> no está probado más que refutado. Dado que el escéptico real no sostiene un reclamo, él no tiene la carga de probar nada... Pero si un crítico sostiene que hay evidencia refutatoria, que él tiene una hipótesis negativa, diciendo que un resultado *psi* realmente se debió a un artefacto –él está haciendo un reclamo y por consiguiente también tiene la carga de la prueba...”

El pseudo-escéptico es un dogmático que supone que la mera plausibilidad de una explicación conservadora que sea alternativa a una FC no-estándar basta para desacreditar dicha FC, pero no entiende que debe ofrecer evidencia favorable

¹¹ Cf HP, I, 2, donde Sexto distingue entre quienes afirman la imposibilidad del conocimiento –que aquí imposibilidad a partir de elementos sustantivos 7- y entre quienes siguen examinando y HP, I, 7 donde Sexto Empírico señala que la empresa que asume se llama zetética “... a causa de su tesón en investigar e indagar...”. Este recorte que hace Truzzi supone una renuncia a otro rasgo central del pirronismo: la aporética del conocimiento (pero este punto sólo interesa a quién –como los pirrónicos- han abandonado la empresa cognitiva).

¹² Marcello Truzzi, sociólogo de las ciencias, fue uno de los fundadores del CSICOP en 1976, pero renunció pronto porque señaló que el Comité estaba más interesado en la refutación que en la investigación. Cfr. www.ufoskeptic.org o www.skepticalinvestigation.org/anomalistic/practice.htm.

a dicha explicación conservadora ajena al efecto o dato para el que quiere descartar la FC no-estándar.

Por ello Truzzi sostiene que

“en numerosos casos, el crítico que ofrece un argumento meramente plausible para un artefacto <que ofrezca una alternativa conservadora a la FC no estándar> cierra la puerta a la investigación futura cuando la propia ciencia demanda que su hipótesis de un artefacto debería ser testeada.”¹³

Volviendo al ejemplo dado: los críticos de la homeopatía –que recalcan el efecto placebo como explicación *de artefacto*– deberían al menos redefinir este efecto para incluir en él los reclamos de los pediatras y de los médicos veterinarios homeópatas, situación que al menos debería redefinir radicalmente la noción de autosugestión o heterosugestión, en particular descartar al menos una noción conciente y reflexiva de sugestión.

Para Truzzi, EC ha falseado la genuina posibilidad crítica que ofrece la duda literal de un escéptico, y se ha convertido en un dogmatismo conservador de ciertos contenidos sustantivos elevados –sin evidencia suficiente– a la categoría de filtros epistémicos absolutos. Y, de ese modo, lejos de liberar a las ciencias de la aceptación de FC extravagantes o ridículas, cierran la posibilidad de incluir dimensiones o fenómenos que, no por su extrema anomalía, serían menos reales.

Esta propuesta surge de la imposibilidad de sostener el papel delimitador de la duda que pretende tener EC: de ello no se sigue un pluralismo bobo, pero si una redefinición –radical a mi juicio– de ciertas políticas de conocimiento, tanto en la formulación de las curriculas académicas como de las decisiones sobre evaluación y promoción de actores cognitivos, en particular en dirección pluralismo no solo procedimental, sino sustantivo.

Bibliografía

- AA.VV. *Near-death experience in survivors of cardiac arrest: a prospective study in the Netherlands*, publicado en *Lancet* 358 (2001) 2039-45
- Arp, Halton (2003), *Catalogue of Discordant Redshift Associations*, Aperion, ISBN 0968368999
- Bashkar, Roy (1978), *A Realist Theory of Science*, Brighton: Harvester Press.

¹³ Cfr. “On Pseudo-Skepticism” op. cit.

- Bianchini, Eduardo y Mioli, Alejandro (2004) “La noción de práctica y la revisión de los supuestos de la ciencia económica” Ponencia presentada a las XV Jornadas de Epistemología e Historia de las Ciencias, La Falda.
- Benveniste, Jacques “Human basophil degranulation triggered by very diluted antiserum against IgE” (1988) *Nature* 333 834-43
- Cairns, Overbaugh y Miller (1988), “The Origin of Mutants”, *Nature* 335: 142-145
- Empirico, Sexto. (1993), *Esbozos Pirrónicos*. Madrid: Editorial Gredos..
- Hume, David (1740) *Resumen de un Tratado de la Naturaleza Humana*, Buenos Aires: Aguilar, (Trad. y ed de Carlos Mellizo, Buenos Aires, 1972).
- Hume, David (1748). *Investigación sobre el entendimiento humano* X, 2. Buenos Aires: Editorial Losada, 1952.
- Kleijnen J., Knipschild P., Rietter G (1991), “Clinical trial of homoeopathy”, *BMJ*, 302 316-23
- Kervran, Louis (1988), *Las transmutaciones biológicas y la física moderna*, Málaga: Sirio.
- Linde K, Clausius N, Ramirez G, Melchart D, Eitel F, Hedges LV, Jonas WB.² (1997) “Are the clinical effects of homeopathy placebo effects? A meta-analysis of placebo-controlled trials” *The Lancet* 834-43
- Podkletnov E y. Nieminen R *Physica C* 203 (1992) 441-444
- Rhine, J.B., Pratt, J.G.; Smith, Burke M; Stuart, Charles E; and Greenwood, Joseph A, (1990) *Extra-Sensory Perception After Sixty Years*. New York: Holt,.
- Taleyarkhan R. P et al. (2002), *Science* **295** 1868, asimismo véase <http://www.sciencemag.org>
- Tart, Charles “Ciencia, estados de conciencia y experiencias espirituales: La necesidad de ciencias específicas de estado” (1979) en ídem, *Psicologías transpersonales*, Buenos Aires: Paidós, ps. 17-62
- Truzzi, Marcello, “On Pseudo-Skepticism” en www.ufoskeptic.org o “Anomalistics - On Some Unfair Practices towards Claims of the Paranormal” en www.skepticalinvestigation.org/anomalistic/practice.htm
- Wittgenstein L. (1969) *Sobre la certidumbre*, traducción de de María Victoria Suárez. Caracas/Buenos Aires: Tiempo Nuevo, 1972

La regla de reducción al absurdo en la Geometría griega y en la Lógica de Aristóteles*.

Jorge Alberto Molina[†]
UNICAMP – UNISC – UERGS

La regla de inferencia conocida como regla de reducción al absurdo (*reductio ad absurdum*) o prueba indirecta, era una herramienta indispensable para la Geometría griega. Contemporáneamente representamos la *reductio* así:

$$\begin{array}{c} \neg p \\ \cdot \\ \cdot \\ \Lambda \\ \hline p \end{array}$$

Si queremos probar una tesis p , suponemos su negación $\neg p$ verdadera, si de esta suposición inferimos una proposición absurda Λ , entonces estamos autorizados para afirmar que p es verdadera. De ese modo se encuentra representada la *reductio* en Prawitz (1965).

En lo que sigue usaremos las expresiones *reductio* o regla de reducción al absurdo como sinónimas. Llamaremos prueba indirecta o prueba por el absurdo a aquella prueba que usa la regla de reducción al absurdo. Llamaremos prueba directa a aquella que no usa la *reductio*.

Ni en la Geometría ni en la Filosofía de los griegos aparece la regla de reducción al absurdo distinguida de otra regla diferente que hoy llamamos regla de introducción de la negación, cuyo esquema es:

* Agradezco al fondo FAP de la UNISC por la ayuda financiera para la realización de esta investigación. Agradezco las sugerencias y correcciones dadas por el revisor de este trabajo.

[†] molina@unisc.br

que si los axiomas son verdaderos el teorema es verdadero, o que ambos axiomas y teoremas son falsos.

Un segundo caso es cuando Λ es una proposición explícitamente absurda. En los *Primeros Analíticos* I,23 41 a 26, Aristóteles se refiere al uso de la *reductio* en la prueba de la inconmensurabilidad entre la diagonal AC y cualquiera de los lados del cuadrado ABCD. Se prueba que, si se admite que la diagonal AC y el lado AB, por ejemplo, tengan una medida común, entonces debería admitirse como consecuencia que un número puede ser par e impar al mismo tiempo.

Un tercer caso son los absurdos nocionales menos precisos que surgen al razonar sobre términos cuyo significado no es determinado por una base de axiomas o por definiciones precisas como por ejemplo los términos movimiento y reposo. Las aporías de Zenon son un ejemplo de esta situación.

Los geómetras griegos usaban la reducción al absurdo con tres objetivos: a) Demostrar que un objeto dado posee una propiedad determinada; b) probar la existencia de un objeto determinado; c) como parte del método de exhaustión. Un ejemplo del primer tipo de uso, lo encontramos en los *Elementos* de Euclides, donde aparece por primera vez usada la regla de reducción al absurdo en la demostración de la proposición 6 del libro I, mencionada arriba. Esa proposición es la recíproca de la proposición 5 del mismo libro I, que es demostrada por Euclides directamente.

Un ejemplo del segundo tipo de uso lo encontramos en las proposiciones 31 del libro VII y 20 del libro IX. En la primera proposición Euclides demuestra que cualquier número dado compuesto tiene un divisor primo. Suponer que ese número no tenga divisores primos implicará afirmar la existencia de una sucesión infinita de divisores de ese número, lo cual es absurdo. En la segunda proposición Euclides demuestra que dada una lista de números primos p_1, p_2, \dots, p_n siempre podemos encontrar un número primo que no está dentro de esa lista. Basta considerar el mínimo común múltiplo de los p_1, p_2, \dots, p_n y sumarle 1. Ese número que podemos llamar q es primo. Si no fuese primo, entonces es compuesto y debe ser dividido por un número primo. Si sus divisores primos estuvieran en la lista p_1, p_2, \dots, p_n , llegaríamos al absurdo de que la unidad sería divisible. Luego debe haber por lo menos un número primo fuera de esa lista. Aquí en este caso tenemos un caso de aplicación del principio del tercero excluido que es lógicamente equivalente a la *reductio*.³

Es claro, que en el párrafo anterior presentamos una reconstrucción de la pruebas de Euclides, presentadas dentro de un modo de expresión moderno. Los griegos no tenían un concepto abstracto de número. Para ellos, número era número de alguna cosa, esto es una medida, sea de la longitud de un segmento, o de un

³ Ver Prawitz (1965), pág 21

área o de un volumen. Así los libros aritméticos de los *Elementos* de Euclides representan los números por medio de segmentos.

El tercer tipo de uso de la *reductio* se manifestaba en el método de exhaución. Como los griegos consideraban al infinito como *apeiron* (lo indeterminado e irracional) necesitaban un método para abordar problemas que envuelven implícitamente cantidades infinitamente pequeñas, sin tener que admitir explícitamente su existencia. El método de exhaución venía a hacer en la Geometría griega el papel que más tarde, a partir de la Edad Moderna, harían los métodos infinitesimales. Este método fue reiteradamente usado en los trabajos de Arquímedes, y servía, principalmente, para estudiar relaciones entre áreas de figuras curvilíneas. El método de exhaución terminaba con una aplicación doble de la regla de reducción al absurdo.

La proposición 2 del libro XII de los *Elementos* de Euclides nos da un ejemplo de la aplicación del método de exhaución. En esa proposición se trata de probar que el área de dos círculos está en la misma razón que el cuadrado de sus diámetros. “Estar en la misma razón” es definida por Euclides en *Elementos* V, Def 3 de la siguiente forma: Dadas cuatro magnitudes a,b,c,d la razón entre la primera y la segunda es la misma que la relación entre la tercera y la cuarta, cuando, si tomamos cualquier equimúltiplo de la primera y la tercera (ma,mc) y cualquier equimúltiplo de la segunda y la cuarta (nb, nd) tenemos que ma es igual, mayor o menor que mc si y solamente si nb es igual, mayor o menor que nd respectivamente. Esta definición es el núcleo de la teoría de las proporciones de Eudoxo y sirvió para que los griegos pudiesen trabajar con magnitudes incommensurables (por ejemplo, el lado del cuadrado y su diagonal) El método de exhaución se apoya en la siguiente proposición (*Elementos* X, 1) conocida como lema de Arquímedes: Dadas dos magnitudes, si de la mayor se sustrae una magnitud mas grande que su mitad, y de lo que queda se sustrae una magnitud mayor que la mitad, y si el proceso es aplicado de forma continua, entonces lo que resta será una magnitud que es menor que la menor de las magnitudes dada al comienzo.

Como ejemplo de aplicación del método de exhaución consideremos la demostración dada por Euclides en *Elementos* XII,2. En esa proposición se trata de demostrar que la razón del círculo ABCD al círculo EFGH es la misma que la razón del área del cuadrado sobre BD al área del cuadrado sobre FH. Esto es, se trata de demostrar que vale la siguiente proporción:

$$\frac{\text{Círculo ABCD}}{\text{Círculo EFGH}} = \frac{\text{Área } (\square \text{ BD})}{\text{Área } (\square \text{ FH})}$$

Vale la pena analizar la demostración de esta proposición de Euclides, porque constituye un paradigma de la aplicación del método de exhaución en la Geometría griega. La prueba de ella contiene una doble reducción al absurdo. Supóngase que

$$\frac{\text{Círculo ABCD}}{\text{Círculo EFGH}} \neq \frac{\text{Área } (\square \text{BD})}{\text{Área } (\square \text{FH})}$$

Debe existir un área S tal que

$$\frac{\text{Círculo ABCD}}{S} = \frac{\text{Área } (\square \text{BD})}{\text{Área } (\square \text{FH})}$$

Si $S \neq \text{Círculo EFGH}$ tenemos dos posibilidades : $S < \text{Círculo EFGH}$ o $S > \text{Círculo EFGH}$. Suponiendo que $S < \text{Círculo EFGH}$ llegamos a probar la proposición absurda Λ que afirma que el área de un polígono inscripto en un círculo es mayor que el área de ese círculo. Tendremos entonces la situación siguiente:

$S < \text{Círculo EFGH}$

·
·
·
·

Λ

Euclides demuestra que la segunda posibilidad, esto es, cuando suponemos que $S > \text{Círculo EFGH}$ se reduce a la primera. Así tenderemos que de la suposición de que $S \neq \text{Círculo EFGH}$ llegamos a un absurdo. Luego $S = \text{Círculo EFGH}$. Podemos representar la prueba dada por Euclides así:

$S \neq \text{Círculo EFGH}$

.

.

Λ

$S = \text{Círculo EFGH}$

La proposición 2 del libro XII de los *Elementos* es un ejemplo de cómo los griegos expresaban relaciones entre áreas curvilíneas en función de relaciones entre áreas rectilíneas. Esta era la forma que tenían los griegos para tratar con áreas de figuras curvilíneas, No tenían los instrumentos del cálculo infinitesimal para expresar directamente esas áreas. Su rechazo al infinito, sus altos padrones lógicos impidieron que llegaran a desarrollar esa herramienta.

En el caso de hallar el área A de un segmento parabólico QRPrq (Figura 1), los griegos procedían del modo siguiente. Podemos “agotar” el área de QRPrq de la siguiente forma: Trazemos el triángulo QPq cuyo vértice es P el punto medio del arco parabólico QRPrq. Restamos del área del segmento parabólico QRPrq el triángulo Qpq. Quedan determinados dos

segmentos parabólicos menores, uno de ellos el segmento parabólico determinado por el arco PRQ y la recta PQ, el otro el segmento parabólico determinado por el arco Prq y la recta Pq. Del primer segmento parabólico restamos el triángulo QRP, donde R es el punto medio del arco parabólico QP. Análogamente restamos del segundo segmento parabólico el triángulo Prq donde r es el punto medio del arco parabólico Prq. Continuando el proceso, llegaremos a tener segmentos parabólicos, tal que la suma de sus áreas es menor que el área B de un cuadrado dado. Por otro lado el proceso genera un polígono cuya área casi coincide con el área del segmento parabólico. Ahí que es lo que hacían los

geómetras griegos? Observaban que esas áreas poligonales se aproximaban de un valor C y concluían la aplicación del método de exhaustión por una doble *reductio*: suponiendo $A < C$ llegaban a una contradicción, suponiendo $A > C$ inferían también una contradicción, luego concluían que $A = C$. No debemos interpretar este procedimiento de los griegos en el sentido moderno, esto es diciendo que el límite de las áreas poligonales tiende a C . Este pasaje al límite envuelve la consideración del infinito (cuando el número de lados tiende a infinito). Los geómetras griegos observaban que esas áreas se aproximaban de C . Cómo probar rigurosamente que esa área era C ? Ahí la *reductio* jugaba su papel. Garante la justificación lógica del proceso. En el caso que consigamos encontrar un polígono, tal que el área A de la figura curvilínea en consideración sea conmensurable con el área del polígono, los geómetras griegos afirmaban haber cuadrado la figura, pues sabían que si el área curvilínea es $A = m/n T$, donde T es un área poligonal, podemos encontrar un cuadrado cuya área sea A .

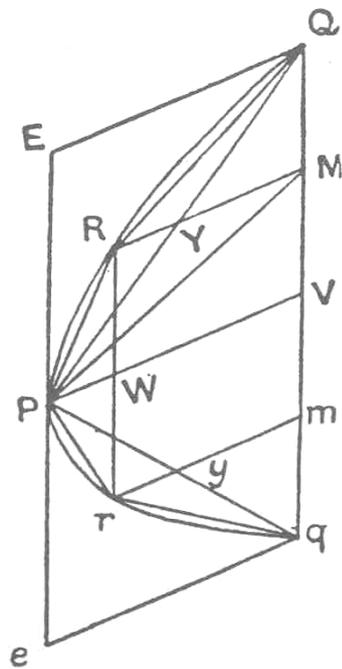


Figura 1

Arquímedes inovó este método de la siguiente manera : además de usar polígonos inscriptos usó polígonos circunscriptos. De esa forma generaba áreas poligonales A_1, A_2, A_3, \dots mayores que un área curvilínea C que a su vez es mayor que áreas de polígonos inscritos B_1, B_2, B_3, \dots que van agotando C . Observaba que las áreas circunscriptas y las áreas inscriptas se aproximan a un valor A . Arquímedes hacía entonces concluir el método de exhaustión por una doble *reductio*: suponía que $A < C$ y llegaba a una contradicción; suponía que $A > C$ y también llegaba a una contradicción. Luego concluía que $A=C$. Con esse método Arquímedes pudo establecer relaciones entre el volumen de un cono y el volumen del cilindro cuya base es ese cono.

El método de exhaustión, completado por la doble *reductio* tuvo un prestigio tan grande que todavía podemos encontrar su uso en trabajos de matemáticos de la Edad Moderna. En el siglo XVII Torricelli prueba un resultado sorprendente: encuentra una figura infinita cuyo volumen es igual al volumen de un cilindro finito. Torricelli da dos pruebas: una usando el método de los indivisibles, la otra al estilo de los antiguos, terminando su prueba usando dos veces la *reductio*.⁴

Hay evidencias numerosas de que la *reductio* era usada por los geómetras griegos anteriores a Euclides. Como vimos en los *Primeros Analíticos* I, 23 41 a 26, Aristóteles se refiere al uso de la *reductio* en la prueba de la incomensurabilidad entre la diagonal AC y cualquiera de los lados del cuadrado $ABCD$. Parece que esta fue la prueba ofrecida por los pitagóricos para demostrar la existencia de cantidades incommensurables entre si. Esta cita de Aristóteles muestra que la *reductio* era un tipo de argumento ya usado en los tiempos anteriores a Euclides. Aquí, sin embargo, debemos hacer un comentario. La prueba ofrecida por Aristóteles puede formalizarse así:

$$\begin{array}{c} P \\ \cdot \\ \cdot \\ \Lambda \\ \hline \Gamma P \end{array}$$

⁴ Mancosu (1998) págs 130-136

p es la proposición " el lado del cuadrado y su diagonal son conmensurables". Aquí a partir de p inferimos una proposición absurda Λ y entonces, podemos concluir $\neg p$, la negación de p . En el sistema de deducción natural NJ de Gentzen este esquema corresponde a la regla de introducción de la negación, que es diferente de la *reductio* propiamente dicha. Tendríamos aquí una confusión por parte de los griegos entre dos reglas de inferencia que hoy nosotros consideramos diferentes. La regla de introducción de la negación es aceptable desde un punto de vista intuicionista, mientras que la *reductio* propiamente dicha no. La razón por la cual los griegos no distinguieron entre estas dos reglas es que ellos, diferentemente de nosotros, consideraban la *reductio* a partir de una situación de diálogo. El proponente P de una tesis p sometía esta a discusión. El oponente O niega p . A partir de ahí, el proponente conduce la discusión hasta obligar a O a afirmar un absurdo. P ha ganado la discusión y p debe ser aceptada. Con este esquema podemos reconstruir la prueba de la inconmensurabilidad del lado del cuadrado con su diagonal así: el proponente afirma la inconmensurabilidad del lado del cuadrado con su diagonal. El oponente afirma que ambos segmentos son conmensurables. El oponente es llevado a admitir el absurdo de que un número puede ser par e impar al mismo tiempo. La tesis de la inconmensurabilidad de ambos segmentos ha quedado probada.

Aristóteles en los *Primeros Analíticos* I,7 y I, 5 emplea la *reductio* como un principio metalógico destinado a "reducir" todos los silogismos válidos a los silogismos universales válidos de la primera figura **Barbara** y **Celarent** cuyas formas son las siguientes:

Todo P es Π	Ningún P es Π
Todo Σ es P	Todo Σ es P
-----	-----
Todo Σ es Π	Ningún Σ es Π

Colocamos "reducir" entre comillas, porque la reducción aristotélica es algo diferente de la reducción en la moderna teoría de la demostración aunque no enteramente diferente⁵. Aquí también en la reducción aristotélica tenemos en parte

⁵ Para el concepto de reducción en la moderna Teoría de la Demostración ver Prawitz 1965

un nivel de operación puramente sintáctico. Mas cuando entra en juego la *reductio ad absurdum* ya tenemos un nivel semántico, pues tenemos que hablar de verdad y falsedad. Esto ya era conocido por Aristóteles quien al contraponer las pruebas directas con las pruebas indirectas (por el absurdo) afirma que en la prueba directa no es necesario que la conclusión sea conocida, ni que se presuponga que ella sea verdadera o no, en tanto que en la prueba por el absurdo se debe presuponer que la conclusión no es verdadera (*Primeros Analíticos* II, 14). Para conseguir entonces “reducir” todos los silogismos válidos a silogismos válidos de la primera figura Aristóteles usa la *reductio* y la regla de conversión. La regla de conversión ella sí opera en un nivel enteramente sintáctico.

De Ningún A es B	por conversión obtenemos	Ningún B es A
De Algún B es A	por conversión obtenemos	Algún A es B
De Todo B es A	por conversión obtenemos	Algún A es B

Las dos primeras reglas de conversión son simétricas, de lo que está a la izquierda obtenemos lo que está a la derecha y recíprocamente. Ya la última llamada de conversión accidental sólo nos permite obtener el enunciado de la derecha suponiendo verdadero el enunciado de la izquierda, pero no recíprocamente. Podemos caracterizar el objetivo de Aristóteles en los *Primeros Analíticos* I, 4- I, 8 del modo siguiente: mostrar que existe una forma canónica de silogismo válido **Barbara** y dos tipos de reglas básicas en el sistema de la silogística, las reglas de conversión y la de permutación de premisas. En la realización de esta tarea juega un papel central, en un nivel metalógico, la regla de reducción al absurdo. Aristóteles procede realizando los siguientes pasos.

Primer paso: Probar la validez de todas las formas de silogismo válidas “reduciéndolas” a las cuatro formas válidas de la primera figura (**Barbara**, **Celarent**, **Darii** y **Ferio**). En esta tarea se usa conversión y *reductio*. Cuando Aristóteles usa sólo conversión, se trata de una reducción en el sentido de lo que hoy conocemos como reducción en la teoría de la demostración, pues se opera sintácticamente sobre los símbolos. Ahora cuando Aristóteles usa *reductio*, sustituye la negación de la conclusión deseada por una de las premisas, obteniendo así un nuevo silogismo con dos premisas, opera sobre él por conversión, cuando es necesario, hasta obtener de esta forma una de las cuatro formas válidas de la primera figura, llegando así a una conclusión que es la contraria o la contradictoria de la premisa del argumento original que fue sustituida. Esto prueba la conclusión originalmente deseada.

Ejemplo: Reducción de **Cesare** (2da Figura)

Ningún N es M		Ningún M es N	(conversión)
Todo S es M		Todo S es M	
<hr/>		∇	<hr/>
Ningún S es N		Ningún S es N	(∇ símbolo que indica reducción)

Tenemos en este caso una reducción de **Cesare** a **Celarent**. Aquí no precisamos de *reductio*. Es necesario sólo usar la regla de conversión.

De la misma forma reducimos **Camestres** (2da Figura) a **Celarent**, usando la permutación de premisas y la regla de conversión.

Pero en el caso de Baroco (2da Figura) la reducción sólo puede ser hecha usando *reductio*

Todo N es M		Todo X es N (negación de la conclusión deseada)
Algún X no es M		Todo N es M
<hr/>		∇
Algún X no es N		Todo X es M

Llegamos a un silogismo en **Barbara** cuya conclusión " Todo X es M " contradice la premisa "Algún X no es M". Negar la conclusión deseada "Algún X no es N" nos lleva a un absurdo, afirmar al mismo tiempo " Algún X no es M" y " Todo X es M". Luego debemos afirmar " Algún X no es N".

Segundo paso: Reducción de los silogismos válidos de la primera figura **Darii** e **Ferio** usando *reductio ad absurdum*

Reducción de **Ferio**

Ningún B es A		Todo G es A (negación de la conclusión deseada)
Algún G es B		Ningún B es A
<hr/>		∇
Algún G no es A		Ningún G es B

Permutando las premisas del segundo silogismo tenemos

Ningún B es A

Todo G es A

Ningún G es B

Esta forma **Cesare** se reduce, como ya vimos, a **Celarent**, y su conclusión niega la segunda de las premisas del silogismo original. Reducimos así **Ferio** a **Cesare** que por su lado se reduce a **Celarent**

Darii se reduce a **Camestres** también usando *reductio*

Todo B es A	Ningún G es A	Todo B es A
Algún G es B	Todo B es A	Ningún G es A
_____	∇	_____
Algún G no es A	Ningún G es B	Ningún G es B

Pero **Camestres** se reduce, como ya vimos sin usar *reductio*, a **Celarent**

Tercer paso: La *reductio ad absurdum* presupone **Celarent**, pues una de sus premisas, dice Aristóteles, se obtiene por **Celarent**. Esto es afirmado en los *Segundos Analíticos* I, 26 en un texto bastante difícil. En los *Segundos Analíticos* I, 26, Aristóteles argumenta en favor de la superioridad de la demostración directa sobre la demostración por el absurdo. Debemos recordar que Aristóteles ya afirma en los *Primeros Analíticos* que todo lo que puede ser probado por medio de una prueba directa puede también ser probado por medio de una prueba que use *reductio*, y que lo que puede ser probado por el absurdo puede ser probado directamente, sin cambiar los términos que aparecen en la prueba (*Primeros Analíticos II*, 14) Debemos suponer que aquí Aristóteles en este texto, se restringía al ámbito de la silogística: esto es Aristóteles estaría afirmando que si la validez de una forma de silogismo se puede probar usando *reductio*, entonces también se puede probar sin usar *reductio*. No presenta una justificación de esa afirmación. Volviendo a *Segundos Analíticos* I, 26, Aristóteles dice ahí que la

prueba por *reductio* es, inferior a la demostración negativa, cuya forma es **Celarent**, que es por su lado, menos científica que la demostración afirmativa con forma **Barbara**. Que **Celarent** es menos científica que **Barbara** se sigue, para Aristóteles, del hecho de que la premisa mayor de **Celarent** es obtenida como conclusión de **Barbara**. En efecto, de todas las formas válidas de silogismo, la única que concluye en una proposición universal afirmativa es **Barbara**. Que la demostración por el absurdo sea menos científica que **Celarent** se concluye por medio de un argumento bastante confuso. De la lectura del texto aristotélico parece seguirse que ahí, el esquema que usa Aristóteles para expresar la *reductio* es:

Contrario p
q y contrario q

p

El razonamiento de Aristóteles, en mi opinión, se puede reconstruir así: Supongamos tener certeza de que Todo G es B y de que Ningún G es A son enunciados verdaderos. Queremos demostrar que Ningún B es A. Observamos que si Ningún B es A fuese verdadero podemos formar el silogismo siguiente

Ningún B es A

Todo G es B

Ningún G es A cuya forma es **Celarent**

Nuestro problema entonces será justificar la verdad de la premisa (Ningún B es A) de un argumento cuya forma ya sabemos que es válida. La demostración (por el absurdo) sería así:

Todo B es A

Todo G es B

Todo G es A y Ningún G es A

Ningún B es A

Afirmamos la contraria (Todo B es A) de la proposición que queremos demostrar (Ningún B es A), y como ya admitimos que " Todo G es B" concluimos " Todo G es A", que es la contraria del enunciado " Ningún G es A", que ya también aceptamos como verdadero. Obsérvese que como premisa del nuevo argumento colocamos la contraria de la proposición que deseamos demostrar. Obtenemos la conclusión "Todo G es A" que es un enunciado contrario a la conclusión del silogismo cuya forma es **Celarent**. Dice Aristóteles: "cuando es la conclusión que A no se predica de G (Ningún G es A) la que es más conocida, usamos la demostración por el absurdo; cuando por el contrario, es la premisa del silogismo (Ningún B es A), tenemos que usar una demostración directa. Pero en el orden natural, la proposición que dice que A no pertenece a B (Ningún B es A) es anterior a aquella proposición que afirma que A no pertenece a G (Ningún G es A), puesto que las premisas a partir de las cuales se obtiene una conclusión son anteriores a la conclusión misma, y que A no pertenece a G es la conclusión y A no pertenece a B es una de las premisas de donde se obtiene una conclusión". Y concluye "Si en consecuencia la demostración que procede de premisas mejor conocidas y anteriores es superior, y aunque las dos demostraciones (la negativa y la reducción al absurdo) engendran una y otra convicción partiendo de alguna cosa que no es, si sin embargo, el punto de partida de una es anterior al punto de partida de otra, resulta que la demostración negativa tendrá una superioridad absoluta sobre la reducción a lo imposible." (*Segundos Analíticos* I, 26) Así la demostración negativa cuya forma es **Celarent** es más científica que la demostración por *reductio*.

Cuarto paso: Observamos que una de las premisas de **Celarent** se obtiene por **Barbara**. De este modo **Barbara** tiene preminencia sobre **Celarent**. Así la tarea "reducción" de todas las formas de silogismo válidas a **Barbara** queda completada.

También, en los *Primeros Analíticos* en I 25, la *reductio* es usada para demostrar la validez de ciertos silogismos modales, como por ejemplo, el silogismo en **Barbara**, cuya premisa mayor es contingente y la menor asertórica. En *Primeros Analíticos* I, 23 Aristóteles también usa la *reductio* para demostrar la validez de ciertas formas del silogismo hipotético.

Aristóteles distinguió claramente entre la demostración científica por un lado y la argumentación dialéctica y retórica por el otro. De la demostración científica se ocupó en los *Segundos Analíticos*, de la argumentación dialéctica en los *Tópicos* y de la argumentación retórica en su tratado sobre la Retórica. La *reductio* fue usada por los griegos frecuentemente en la argumentación filosófica, en el contexto de discusiones metafísicas y éticas. También su empleo fue común en la argumentación retórica. La prueba por el absurdo es un tipo de argumento muy empleado en los diálogos platónicos. Aparentemente, en la Filosofía griega,

encontramos por primera vez usado este tipo de argumento en la escuela eleática. En el *Parménides* 128, Platon, nos presenta las pruebas indirectas con las que Zenon pretendía negar la pluralidad del mundo a partir de la imposibilidad del movimiento. Del punto de vista de la Historia de la Ciencia y de la Filosofía, interesa determinar si fue dentro de la argumentación dialéctica, o por el contrario dentro de la demostración geométrica, que se originó la *reductio*. Esta cuestión no tiene sólo un interés histórico, pues su resolución también permitiría iluminar las relaciones entre Lógica y Matemática. Aquí la investigación histórica podría ser usada en el intento de decidir la cuestión de si la Lógica viene “atrás” de la Matemática, en el sentido de consagrar formas de argumentación que ya son de uso corriente en la práctica matemática, y que se originaron para resolver problemas específicamente matemáticos (como lo pensaba Brouwer y la escuela intuicionista), o si por el contrario, la Lógica tiene un poder prescriptivo sobre la argumentación matemática y justifica los modos de inferencia usados en esta ciencia (como lo pensaba Russell con la escuela logicista).

En varios textos, como en *Menon* 86 e 3, Platon se refiere a la necesidad de imitar el modo de argumentar de los matemáticos, que consiste en suponer hipótesis, y examinar las consecuencias que se siguen de esas hipótesis. Como la *reductio* es un tipo de argumento *ex hypothesis*, de la lectura de esos textos platónicos parecería poder inferirse que la prueba indirecta habría surgido primeramente en el seno de la Geometría griega, probablemente al intentar decidir la cuestión de si existen o no cantidades incommensurables entre si, y que, con posterioridad, fue empleada en la argumentación filosófica. Sin embargo, a través de una cuidadosa investigación histórica Árpád Szabó, en su obra *Anfänge der griechischen Mathematik (Los comienzos de la matemática griega)* intentó demostrar la prioridad de la dialéctica eleática sobre la Matemática griega en el uso de la prueba por reducción al absurdo. Szabó presenta tres argumentos en favor de su tesis sobre la prioridad de la Dialéctica sobre la Geometría en el uso de la *reductio*: a) La *reductio* aparece por primera vez en el poema de Parménides y no tenemos textos matemáticos anteriores a ese poema que muestren el uso de la *reductio*; b) no podemos explicar satisfactoriamente cómo surgió ese tipo de argumento en el seno de la matemática griega empírica anterior a la escuela eleática, por el contrario, podemos explicar el surgimiento en la filosofía de la demostración indirecta a partir de la crítica a la cosmogonía de Anaxímenes (esta afirmación se la toma Szabó de K. Popper) y c) el uso de la demostración indirecta aparece ligado al abandono del empirismo por parte de los matemáticos griegos, y este hecho, es consecuencia de la influencia de la escuela eleática.

Haremos algunas observaciones a estos argumentos. Es difícil poder establecer una cronología precisa, y parece, que cualquier afirmación que hagamos en ese sentido tendrá siempre un carácter conjetural. A diferencia de lo que piensa

Szabó, es bien posible que la *reductio* haya surgido al intentar resolver un problema específicamente matemático, a saber, la existencia de magnitudes inconmensurables. En cualquier caso, para decidir la cuestión de la prioridad deberemos realizar una investigación sobre la teoría de los irracionales. Ya vimos que Aristóteles se refiere a la *reductio* al hacer referencia a la prueba que demuestra la inconmensurabilidad de los lados del cuadrado con la diagonal. Por lo demás, es el propio Szabó quien en la primera parte de su libro sobre los orígenes de la matemática griega hace esa tarea. En esa parte, Szabó argumenta en favor de la hipótesis de que la cuestión de los irracionales tiene un origen preplatónico y que es un problema que se vincula con la teoría de las proporciones pues se relaciona con la cuestión de encontrar una media proporcional entre dos segmentos a y c.

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$$

Todo esto es bastante razonable, mas no tenemos aquí un argumento decisivo para concluir que la *reductio* se originó dentro del campo de la dialéctica y de ahí pasó a ser adoptada por los matemáticos. El abandono del empirismo dentro de la matemática griega es un asunto que debe ser matizado. Szabó como Brunschvig en su libro *Les étapes de la philosophie mathématique* consideran que la matemática griega pasó por una fase aritmética (es decir una fase donde la aritmética tenía la primacía) a una etapa geometrizable, y que ese tránsito se debió al descubrimiento de la teoría de los irracionales. Para poder trabajar con magnitudes irracionales, los geómetras griegos habrían “importado” de la Dialéctica eleática la regla de reducción al absurdo. No debemos olvidar sin embargo, que los griegos nunca llegaron a desarrollar una teoría abstracta del número. Número para ellos era siempre número de algo, de una longitud, una superficie o un volumen. Es cierto que Platón nos habla de números y figuras como entes pertenientes al mundo inteligible, pero no olvidemos que Aristóteles consideró a la Geometría como ocupándose de una materia inteligible

Para concluir, nos referiremos brevemente a la cuestión de la cientificidad de las pruebas por *reductio* dentro de la tradición aristotélica. Es decir, si entendemos aquí por “ciencia” concepción aristotélica de la ciencia, nos interesa saber cuál es el grado de cientificidad de las pruebas por *reductio*. Este es un problema que interesó a muchos matemáticos y filósofos en los siglos XVI y XVII

y es parte de la llamada *Quaestio Certitudo Mathematicarum* renacentista.⁶ Según Aristóteles (*Segundos Analíticos* I,2) el silogismo científico debe partir de premisas que sean “ verdaderas, primeras, inmediatas, más conocidas que la conclusión, anteriores a ella, y causa de la conclusión” Ahora bien, la prueba por reducción al absurdo parte de premisas falsas, y si aceptamos la terminología de Aristoteles, parece ir más bien del efecto a la causa, que demostrar el efecto por la causa. Pues, el hecho de llegar a un absurdo (el efecto) indica la falsedad de la hipótesis (la causa). Claramente, como lo muestra los *Segundos Analíticos* I,26, Aristóteles era consciente de que las pruebas por el absurdo tienen un grado de científicidad menor que las pruebas directas. Sin embargo, no reconocemos en la Geometría griega, ninguna empresa sistemática de eliminar las pruebas indirectas substituyéndolas por pruebas directas. Por lo que sabemos, fue recién en la Edad Moderna, con Guldin en su obra *Centrobaryca*, que aparece por primera vez, el intento de eliminar las pruebas por el absurdo. Queda como un problema abierto explicar porqué, a pesar de las observaciones de Aristóteles sobre el grado de científicidad menor de las pruebas por el absurdo, no hubo de parte de los géometras griegos ninguna preocupación en eliminar sistemáticamente ese tipo de pruebas.

Bibliografía

- Aristóteles (1979), *Les Seconds Analytiques*, Paris: Vrin.
 Aristóteles (1983), *Les Premiers Analytiques*, Paris: Vrin.
 Brunschvicg, L (1993), *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris: Blanchard.
 Century, New York: Oxford University Press.
 Gentzen, G. *The collected papers of Gerhard Gentzen* . Com por M.Szabo. Amsterdam: North Holland.
 Heath, T. (1956), *Euclid. The Thirteen Books of The Elements*. New York: Dover.
 Heath, T. (1981), *A History of Greek Mathematics*, New York: Dover.
 Mancosu, P. (1996), *Philosophy of Mathematics and Mathematical Practice in the Seventeenth*
 Mancosu, P. (1998), *From Brouwer to Hilbert*. New York: Oxford University Press.
 Prawitz, D. (1965), *Natural Deduction*. Stockholm: Almqvist&Wiksell.
 Ryle, G. (1965) “Argumentos filosóficos”, en: Ayer, A. (ed), *El positivismo lógico*, México: Fondo de Cultura Económica, pp.331-348.

⁶ Mancosu 1996 cap 1

Szabó, A. (1977), *Les débuts des Mathématiques grecques*, Paris: Vrin.
Szabo, Michael E. (ed.) (1969), *The collected papers of Gerhard Gentzen*,
Amsterdam: North-Holland Pub. Co.

Observaciones de Margaret Cavendish sobre la naturaleza del color*

Zuraya Monroy Nasr
Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

Margaret Cavendish es una filósofa de la naturaleza de la segunda mitad del siglo XVII. Actualmente no es una filósofa muy conocida fuera del mundo anglosajón y su obra, más allá de su época, casi no se difundió. Margaret fue una filósofa en un mundo de filósofos, es una vitalista y anti-mecanicista en un mundo de mecanicistas. Sus concepciones sobre la naturaleza del universo físico, tampoco concordaron con las nociones dominantes en su tiempo. Sin embargo, Margaret Cavendish fue una filósofa decidida a hacerse oír (o leer), aunque ocurriera tres siglos y medio después.

Recientemente se reeditó en lengua inglesa la obra *Observations upon Experimental Philosophy* de Margaret Cavendish.¹ Este trabajo había sido primero publicado en 1666 y, luego de una segunda edición en 1668, no volvió a saberse de él hasta hoy. La edición del libro fue preparada por Eileen O'Neill, quien por medio de un excelente estudio introductorio nos permite conocer la propuesta filosófica de esa autora y comprenderla en el contexto de su desarrollo intelectual.

El propósito principal del presente trabajo es el de examinar un aspecto particular de la obra de Cavendish: la naturaleza del color. Para ello, intentaré ubicar las ideas de la autora sobre el color, en su concepción integral sobre la naturaleza del mundo físico. Asimismo, propongo adentrarnos en el pensamiento de Margaret Cavendish, con el fin de participar en el reconocimiento y difusión de aquellas mujeres que han hecho valiosas aportaciones a la historia y a la filosofía de la ciencia.

* La autora es Profesora Titular en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo de la DGAPA, por medio del proyecto *Filosofía, historia y psicología* (PAPIIT IN400502) del cual la autora es responsable y del proyecto *El mecanicismo en los siglos XVII y XVIII* (PAPIIT IN401002), en el cual participa, con sede en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

¹ Cavendish (2001).

¿Quién fue Margaret Cavendish?

Margaret Lucas nació en Inglaterra alrededor de 1623. Fue una tímida niña y perdió a su padre a los dos años de edad. Pese a las dificultades económicas que acarreó la muerte de su padre, recibió la educación propia de su clase: aprendió a leer y a escribir; también aprendió canto, danza y música, aunque careció de cualquier formación filosófica formal. A los veinte años entró al servicio de la reina consorte como dama de honor. Poco antes, en 1642, se había iniciado en Inglaterra una guerra civil producto del movimiento insurgente contra el rey Carlos I. En 1645, Margaret acompañó a la reina en su exilio. Ahí conoció a William Cavendish, Marqués de Newcastle, quien esperaba a la reina en París. William Cavendish había sido derrotado militarmente en Inglaterra y había abandonado su país en 1644.

En París, entre 1645 y 1648, Margaret Cavendish convivió con el grupo de filósofos ingleses exiliados conocido como el “Círculo Newcastle”.² Estos filósofos, amigos de su esposo, habían partido también por la persecución política que les acarrea la derrota de su rey (quien finalmente fue ejecutado en Londres en 1649). El círculo británico que incluía a Walter Charleton, Kenelm Digby y cuya mayor figura fue Thomas Hobbes, mantuvo estrecho contacto con los franceses Pierre Gassendi, Marin Mersenne y René Descartes. Estos pensadores tenían en común una concepción mecanicista de la naturaleza, aunque cada uno la tuviera a su manera.

Margaret Cavendish compensó la ausencia de una formación filosófica formal estudiando a fondo a los filósofos antiguos, así como a contemporáneos suyos como Descartes, Hobbes, Henry More y Van Helmont.³ Si bien el medio intelectual que rodeaba a los Newcastle le era favorable, Margaret no se benefició del contacto personal y directo con los filósofos que su esposo frecuentaba. Su trato con Descartes, por ejemplo, fue nulo y con Hobbes fue mínimo. Al parecer, señala Eileen O’Neill, Cavendish no pudo superar su enorme timidez en el trato

² Cfr. O’Neill, “Introduction”, en Cavendish (2001), p. xiii y la “Introduction” de Robert Hugh Kargon en Charleton (1966).

³ Henry More (1614-1687), filósofo inglés neo-platónico, quien consideraba que existen fenómenos naturales que no pueden explicarse mecánicamente y recurre a la noción de “espíritu de la naturaleza” para elucidarlos. Johannes Baptista Van Helmont, nacido en Flandes (1579-1644), fue médico y químico afín a la tradición naturalista y vitalista de Paracelso (1493-1541).

social. Fue por medio del estudio que estos filósofos tuvieron gran influencia en su pensamiento sobre la naturaleza.

La filosofía de la naturaleza de Margaret Cavendish

Las propuestas sobre filosofía natural de Margaret Cavendish se encuentran en obras publicadas desde 1653.⁴ No obstante, en este trabajo me dedicaré a las concepciones expuestas en *Observations upon Experimental Philosophy*, por ser esta una obra madura y donde la autora presenta sus argumentos con detalle. Además, se trata de una obra muy crítica, donde cuestiona las observaciones de filósofos experimentales de la época tales como Thomas Hobbes, René Descartes, Robert Hooke, Robert Boyle y Henry Power.⁵

En sus *Observations...* M. Cavendish discute a fondo conceptos básicos como son la naturaleza de la materia, del vacío, del movimiento, del infinito, sobre los que se sustentaban las explicaciones de la nueva filosofía natural. A su vez, Cavendish desarrolla su propuesta epistemológica partiendo de su concepción particular de la percepción. Ontológicamente, la autora concibe al mundo natural como un cuerpo entero, que no se compone de cuerpo y alma. Esto es, Cavendish tiene una comprensión completamente monista, donde lo cognoscitivo (ya sea espiritual o mental) se asimila a lo material. En consecuencia, para ella no es posible concebir a la naturaleza como algo que se divide en o se compone de partes. La división y composición de la naturaleza sólo es posible **por medio de la razón**, como auto-conocimiento.

Cavendish concibe así que la naturaleza se divide en infinitas y distintas partes, siendo que “cada parte diversa tiene un conocimiento y percepción diversa y particular, tanto sensitivo como racional”.⁶ A la vez, cada parte es independiente de las otras pues ignora los conocimientos y percepciones de las demás, pero en conjunto, todas forman parte del cuerpo infinito de la naturaleza, que es parte de un todo infinito general de conocimiento. En este todo, cuerpo y lugar son lo mismo, y el vacío no existe. Además, las partes no pueden salirse del cuerpo infinito de la naturaleza; sólo pueden unirse con o desunirse de y hacia otras partes del mismo cuerpo.

⁴ Obras publicadas de Margaret Cavendish sobre filosofía natural: *Poems and Fancies* y *Philosophicall Fancies*, ambas de 1653; *Philosophical and Physical Opinions* (1655), *Philosophical Letters* (1664), *Observations upon Experimental Philosophy* (1666) y *Grounds of Natural Philosophy* (1668).

⁵ Henry Power (1623-1668) fue el autor de *Experimental Philosophy, In Three Books: Containing New Experiments Microscopical, Mercurial, Magnetical*, Londres, 1663.

⁶ Cavendish (2001), p. 47.

El movimiento del cuerpo natural tampoco proviene del exterior, pues “siendo la naturaleza infinita, todo está auto-contenido y no hay algo sin o más allá de ella, porque no hay límites ni fronteras: es interiormente que se da, pues todos los movimientos son en la naturaleza, en sí misma”.⁷ Es importante señalar que, según esta autora, no puede haber un primer motor, ni nada extrínseco que dé el primer empujón o impulso. Por lo tanto, la explicación del movimiento debe encontrarse en el cuerpo natural.

Cavendish también rechaza la explicación mecanicista del movimiento que lo entiende como un conjunto de accidentes, sin finalidad alguna. Ella concibe el movimiento intrínseco a la naturaleza y guiado por el conocimiento y sabiduría que le son propios. En resumen, para Margaret Cavendish la naturaleza es un cuerpo material infinito con auto-conocimiento y con auto-movimiento que, consecuentemente, es auto-viviente.

El negro carbón y los colores

Margaret Cavendish desarrolla su concepción sobre la negrura del carbón discrepando de lo que autores “dióptricos” como Hobbes, Descartes, Robert Hooke y Boyle habían afirmado.⁸ Para estos estudiosos el carbón es negro dada la porosidad de sus partes y la ausencia de luz. Esto es, como la luz **no** se refleja en los poros del carbón, en consecuencia, éste es visto como negro.

La autora esgrime algunas de sus razones para poner en duda esta explicación. La opinión de que la causa de los colores es la reflexión de la luz tiene una base débil, dice, ya que tanto la refracción como la reflexión de la luz son muy inconstantes, varían y se alteran continuamente. Habiendo tantas reflexiones y posiciones de la luz, si ésta fuera la causa del color, ningún color aparecería constantemente como el mismo. Por el contrario, dice, vemos que los colores naturales e inherentes persisten, a pesar de los cambios en la posición y reflexión de la luz. Además, hay creaturas de muy diversos colores. Si a todas les llegara la luz en la misma posición y reflexión las veríamos del mismo color y sabemos por experiencia que esto no es así.⁹

Para Cavendish, la refracción y las diversas posiciones de la luz pueden variar y alterar el color natural e inherente en el exterior haciendo, por ejemplo, que algo naturalmente azul parezca verde, o que algo naturalmente verde parezca rojo, etc. Pero esta apariencia es inconstante, momentánea y no produce cambios en el color natural de las cosas.

⁷ *Ibid.*, p. 126.

⁸ *Cfr. ibid.*, nota 49, p. 75.

⁹ *Ibid.*, p. 75.

Afirmar que la negrura es causada por la ausencia de luz, no le parece a nuestra autora que sea más probable que la afirmación de que luz es la causa de nuestra visión. En este sentido, si la negrura del carbón proviene de la ausencia de luz en los poros, entonces el caballo negro debería tener más poros o ser éstos más profundos que los de un caballo blanco o marrón. Lo mismo podría decirse de las personas o los objetos negros y de colores. También, puede alguien creer que la reflexión de la luz en la cara de una mujer que envejece sea la responsable de la textura arrugada de su piel, tan distinta a la de su juventud. De ser así, dice Cavendish, las mujeres se quejarían de la luz, no de la edad.¹⁰

Luego de proponer varios ejemplos que incluyen una crítica a la concepción mecanicista de la percepción sensible, Margaret Cavendish expone su concepción. Para ella, la percepción y el sentido óptico no vienen **exclusivamente** de la luz. También percibimos la noche y la obscuridad. Lo negro se percibe tanto como lo blanco: “aunque la obscuridad no presente ante nuestra vista otros objetos, como lo hace la luz, sino que los oculta, de aquí no de infiere que la obscuridad no es percibida”.¹¹ La obscuridad, como la luz, es un movimiento corpóreo figurativo, y no debe concebirse como **nada**, que es en lo que se convierte cuando se le explica como privación o ausencia de luz, dice la autora.

El color tampoco se pierde en la obscuridad. Ésta sólo lo esconde de la percepción visual humana ordinaria, de la misma manera como las cosas no desaparecen cuando no son vistas por el ojo humano. Por cierto, Cavendish compara los colores con pinturas artificiales, pues entre más suaves y finas son sus líneas y medidas, más parejos (*even*) y brillantes resultan. Sin embargo, nos advierte, “la pequeñez y finura de sus partes no es la verdadera causa de los colores, esto es, no hace que los colores sean colores, aunque hace que los colores estén bien”. A continuación, añade: “En consecuencia, el negro no es negro por la ausencia de luz, sino que la negrura es una clase de color, la blancura es otro, la rojura otro y así sucesivamente”.¹²

La percepción del color no se da únicamente en relación con los objetos externos que se presentan ante nuestros órganos sensoriales. Cavendish considera que también percibimos internamente colores. En cuanto a los colores que se perciben de objetos extra-mentales, la autora afirma que no es el objeto mismo el que imprime algo en el ojo, sino que se trata de movimientos sensibles en el ojo los que configuran el objeto. Margaret Cavendish concibe los colores como algo material, tan material como el acero. Así, por ejemplo, entiende el cambio de coloración al templar el acero como la alteración de las partes corpóreas que resulta en la alteración de las figuras de los colores que lo componen. Este ejemplo

¹⁰ *Ibid.*, p. 76.

¹¹ *Ibid.*, p. 77.

¹² *Ibid.*, p. 78.

le sirve para mostrar que la luz no es esencial para el color. Según nuestra autora, aunque algunos colores resultan de la refracción y la reflexión de la luz, ésta no es la verdadera ni natural causa de todos los colores.¹³

Tampoco se piense que algún movimiento inmaterial es la causa de los colores, especialmente, porque para ella no existe movimiento sin materia. Tanto la luz como los colores están hechos de movimientos figurativos corpóreos de la naturaleza. Conforme a los cambios en esos movimientos materiales de las figuras que componen el todo natural y cada una de sus partes, se producen las distintas luces y los colores. También, la percepción de la luz y el color se hace y se disuelve por medio de los movimientos figurativos sensibles en el “*sensorium*” óptico, sin necesidad de substituirlos por objetos externos. De este modo, los colores son partes figurativas corpóreas, tan corpóreas como cualquier creatura. Pero no debe pensarse que se trata de cuerpos aparte, los colores son uno con el cuerpo, como lo es el lugar o la magnitud de éste.

Los colores que se deben a la luz son inconstantes, momentáneos, alterables, muy cambiantes. En realidad, se trata de colores superficiales que sólo son en apariencia. Pero las partes de la naturaleza, los cuerpos que se forman por divisibilidad y composición, poseen colores fijos, inherentes y naturales. Estos colores son a tal punto parte de la naturaleza material del objeto, en la concepción de Margaret Cavendish, que ella dice que no le causan sorpresa alguna los casos de invidentes que “ven” colores por medio del tacto. En sus *Experiments and Considerations touching Colours*, Boyle había comentado el caso de John Vermaasen, el “ciego holandés”, quien supuestamente distinguía objetos negros entre otros que eran rojos, amarillos y verdes, por su aspereza comparativamente distinta. También, habla del caso del “ciego Conde de Mansfield”, quien distinguía objetos negros de blancos por medio del tacto.¹⁴

Por supuesto, Cavendish reconoce que el tacto no es el mejor sentido para el conocimiento sensible del color, pero casos así le confirman su hipótesis sobre que cada parte del cuerpo natural percibe sensiblemente y cada sentido tiene conocimiento no sólo de lo particular, sino que alcanza generalidad por medio de la percepción racional.

Conclusiones

No me he propuesto examinar las concepciones de Margaret Cavendish por razones de género. Estoy convencida de que condescender con sus contribuciones nos puede llevar a desestimar la magnitud real de éstas para la filosofía y la

¹³ *Ibid.*, p. 80.

¹⁴ *Ibid.*, nota. 54, pp. 82-83.

historia de la ciencia. Sin embargo, no quiero pasar por alto que algunos autores han optado por una óptica feminista al examinar la filosofía natural de Cavendish.

Lisa Sarasohn explica el cambio de los primeros trabajos de Cavendish, donde su posición fue atomista no-vitalista, por razones políticas feministas. Entre 1661 y 1663, Margaret Cavendish habría reaccionado atacando la “masculinista” ciencia mecanicista “dominada por hombres”. También, en opinión de esta autora, la “subyacente ideología feminista” llevó a Margaret a tener a una “visión de la naturaleza más orgánica y femenina”. El resultado habría sido un amalgama de axiomas básicos de la nueva ciencia (como la universalidad de la materia en movimiento) y un universo orgánico y vitalista.¹⁵ John Rogers se adhiere a esta línea de interpretación cuando nos dice que:

es difícil imaginar una conclusión más patriarcal que la que se deriva de la feroz visión científica de Hobbes sobre la prioridad de la fuerza física. El mecanicismo proporcionó una dominación masculina con una poderosa sanción organizativa, y ... fue precisamente la insostenible naturaleza de tales conclusiones la que impelió a Cavendish a distanciarse de la explicación mecanicista del cambio natural....¹⁶

Curiosamente, el rasgo femenino del vitalismo se aprecia cuando una filósofa acude a esta concepción. Cuando tantos filósofos antes y después que ella, lo sostuvieron, no se le juzgó con un sesgo de género. Creo que la oposición entre el vitalismo y el mecanicismo va más allá de posibles ideologías feministas y de cualquier rechazo al patriarcado. El hecho es que para muchos autores, filósofos y científicos, especialmente para aquellos cuyas investigaciones se orientan hacia el campo biológico, la reducción mecanicista ha resultado insuficiente. Aún más, el mecanicismo no sólo ha sido cuestionado por sus limitaciones explicativas con respecto a los sistemas vivos, sino también en cuanto a la relación de los cuerpos físicos abióticos con las fuerzas que los mueven.

Lo cierto es que en su época, ni las críticas ni las observaciones de Margaret fueron reconocidas o valoradas. Sólo su esposo William Cavendish, primero Marqués y luego Duque de Newcastle, alabó con admiración su obra.¹⁷ Desafortunadamente, en nuestro tiempo, los historiadores de la ciencia han demorado en considerar en su justa dimensión la concepción de nuestra autora. Por

¹⁵ Resumen aquí la presentación que O'Neill hace. Los entrecomillados se refieren a Lisa Sarasohn (1984), pp. 299-307, citada por O'Neill, en Cavendish (2001), p. xx.

¹⁶ Rogers (1996), p. 188, citado por O'Neill, en Cavendish (2001), p. xx.

¹⁷ A pesar de ser 30 años mayor que Margaret, William Cavendish la sobrevivió. Margaret murió en 1673. William editó y publicó, en 1676, *Letters and Poems in Honour of the Incomparable Princess, Margaret, Dutchess of Newcastle*.

ejemplo, en 1966, Robert Kargon menciona el interesante papel que Margaret Cavendish tuvo en el establecimiento del atomismo en Inglaterra y que había sido pasado por alto. Luego, Kargon considera que esto ha sucedido por lo difícil que es para el historiador moderno tomarla con seriedad, pues su atomismo es fantasioso y de poca utilidad para los filósofos de la naturaleza.¹⁸ Como acertadamente señala Eileen O'Neill, Kargon le da un lugar en la historia y filosofía de la ciencia, a la vez que desalienta el interés en su obra. Lamentablemente, la opinión de Kargon, que pesó por más de una década como O'Neill señala, se basó en la primera obra de Cavendish y no considero sus posiciones filosóficas definitivas.¹⁹

En cuanto a la naturaleza del color, de la que nos hemos ocupado en este trabajo, considero que la argumentación de Cavendish recoge y confronta concepciones prevalecientes en su época, construyendo una explicación propia donde:

1. propone su visión a partir de la redefinición de nociones como el movimiento intrínseco de un todo material, infinito y continuo;
2. rechaza la explicación del color como un efecto de la reflexión y refracción de la luz, pues considera que esto es una mera apariencia;
3. cuestiona a los autores "dióptricos" que dicen que la porosidad evita que la luz se refleje, pues en apariencia explican la negritud como efecto de la naturaleza del objeto; sin embargo, al establecer que hay objetos de idéntica composición material (como los caballos), pero de distinto color (incluso negros), muestra que, en cierto sentido, estos autores hacen depender el color de las cosas de apariencias exteriores observadas que son cambiantes, y
4. busca la explicación de qué es el color en la naturaleza interna y material de las partes (que pueden percibirse sensiblemente y que existen aunque no se les observe). Por ello, se requiere de la percepción y conocimiento racionales para determinar la naturaleza inherente y verdadera, producto del movimiento de las partes corpóreas que conforman el objeto colorido, aunque este sea **negro** como el **carbón**.

¹⁸ *Cfr.* Kargon (1966), pp. 73-75, citado por O'Neill, en Cavendish (2001), p. xix.

¹⁹ *Cfr. ibid.*, p. xix.

Referencias bibliográficas

- Cavendish, M. (2001), *Observations upon Experimental Philosophy*, edición y estudio introductorio de Eileen O'Neill, Colección Cambridge texts in the history of philosophy, Cambridge: Cambridge University Press.
- Charleton, W. (1966), *Physiologia Epicuro-Gasendo-Charltoniana*, Introducción de Robert Hugh Kargon, Nueva York y Londres: The Johns Hopkins University, The sources of science no. 31, Johnson Reprint Corporation.
- Kargon, R. H. (1966), *Atomism in England from Hariot to Newton*, Oxford: Clarendon Press.
- Rogers, J. (1996), *The Matter of Revolution: Science Poetry and Politics in the Age of Reason*, Ithaca: Cornell University Press.
- Sarasohn, L. (1984), "A Science Turned Upside Down: Feminism and the Natural Philosophy of Margaret Cavendish," *Huntington Library Quarterly* 47, 4, 299-307.

Entre la ciencia ideal y las prácticas: un estudio de caso

Paula Gabriela Núñez
Conicet, Fundación Bariloche

Introducción

La formación académica de los científicos, sobre todo en sus estudios iniciales, se reconoce a partir de la obra de Kuhn, como una instancia de disciplinamiento y control. Esta característica se ha detallado en estudios posteriores (Mulkay (1976); Barnes y Dolby (1970); King (1971)) y repercute en interrogantes sobre la forma en que los supuestos epistemológicos adoptados inciden en prácticas posteriores.

En esta formación se filtra una idea de ciencia ideal que sirve de modelo y ejemplo. Este trabajo se origina en preguntas acerca de la forma en que opera esta imagen ideal de ciencia en el trabajo cotidiano de los científicos. Más específicamente, de qué forma opera en una ciencia tan compleja y poco analizada como es la ecología. A fin de indagar en esta temática se analizarán las prácticas en un laboratorio de ecología y se las comparará con aquellas que se suponen ideales¹.

La revisión de esta problemática en la producción de conocimiento en ecología se presenta en los siguientes apartados: en primer lugar se expondrá la visión de los científicos sobre cómo debería hacerse ecología en contraposición a como reconocen que se realiza. En segundo lugar se revisarán las lecturas que analizan las características de la ecología hasta la fecha, indagando en el modo en

¹ El análisis de las prácticas se realizó a partir de entrevistas y observaciones participantes que se realizaron a lo largo del año 2003 y 2004, en el marco del PIP N° 0042/98: "Aspectos Epistemológicos e Institucionales de la Ciencia: Un Estudio Integrado", en uno de los principales laboratorios de ecología de bosques de Argentina, el laboratorio "Ecotono" dependiente de la Universidad Nacional del Comahue, situado en San Carlos de Bariloche. Asimismo se sumarán fuentes escritas provenientes de la memoria del laboratorio, la producción científica y los cursos de perfeccionamiento. Las referencias a un investigador marcan exclusivamente que es investigador miembro de instituciones científicas como Conicet, no implica distinción de género o de edad. El otro nivel que se distinguirá es el de los becarios, que se incorporan de manera diferenciada a estas mismas instituciones, en este caso tampoco se harán referencias al género.

que las prácticas son incorporadas a estas reflexiones. Finalmente, en el tercer apartado, se considerarán los elementos que esta perspectiva incorpora al análisis de la disciplina y se postularán futuras líneas de reflexión.

1. Las reflexiones de los científicos

Las reflexiones de los científicos en cuanto a lo que *debe ser* relacionado con lo que *se abre* un abanico de tensiones que se desarrollarán en este apartado. El objetivo del mismo es caracterizar el modo particular en que los compromisos epistémicos son incorporados en las prácticas del laboratorio de ecología que se indaga.

1.1. Cómo debería ser la ecología

La ecología, como parte de las ciencias empíricas, se entiende ligada al método hipotético deductivo. Las referencias a las propuestas popperianas de falsación son recurrentes en los apuntes de curso de los becarios del laboratorio². Frente a las preguntas que indagaban en la metodología, investigadores y becarios señalaron la serie de pasos que se deberían seguir: los estudios se originan en una pregunta, para esta pregunta se plantea una hipótesis de la cual se deducen consecuencias observacionales, a partir de aquí se diseña el experimento o la lógica de observación, se va al campo, se toman los datos planificados, se coloca toda esta información en una planilla de algún sistema estadístico, se buscan correlaciones entre las variables definidas a priori y se ve si la hipótesis propuesta se sostiene.

A modo de ejemplo de las reflexiones epistemológicas realizadas en el laboratorio puede mencionarse el trabajo de Fanji Brener (2003) quien revisa en distintas publicaciones la vinculación lógica entre las hipótesis y las observaciones supuestas en el método hipotético deductivo. Este autor señala que en la mayor parte de los trabajos publicados en ecología, no se encuentra la aplicación de este método, y además que, la mayor parte que lo utiliza, lo aplica en forma incompleta o errónea. Sin embargo, a pesar del uso limitado, presenta la siguiente reflexión:

Finalmente, la mejor de las situaciones sería poner a prueba dos o más hipótesis sobre el sistema en estudio que generen predicciones antagónicas, permitiéndonos discriminar nuestros supuestos entre sí. De este modo, eliminando las ideas menos plausibles, el uso correcto del método hipotético deductivo nos ayudará a comprender el mejor funcionamiento de la naturaleza (p.26)

² Curso de Posgrado. Epistemología de la ecología. UBA. 2001.

Es decir, el Método Hipotético Deductivo es un ideal difícil de alcanzar pero igualmente deseable.

1.2. Cómo son las prácticas

El ideal hipotético deductivo se eclipsa cuando se reflexiona sobre el trabajo de investigación tal como se lo lleva adelante. Esta diferencia es explicada desde problemas prácticos y situaciones cotidianas que hacen imposible el razonamiento lineal presupuesto, a modo de ejemplo se presenta la siguiente mención de un investigador:

El proceso es como una mezcla, uno va al campo y observa algo que lo puede observar cualquiera. La pregunta la puede hacer cualquiera, es independiente de lo que pueda ser ciencia, es sólo una pregunta.

El paso siguiente es encontrar una respuesta a esa pregunta, pero tengo que justificarla de alguna forma desde lo científico, entonces uno empieza a leer a investigar y parte de una cosa interesante...

Muchas veces yo creo que el purismo del método científico no existe. Tiene mucho que ver la intuición, eso no es lo ideal, no es lo ideal que uno acumule datos sin saber bien para qué los acumula... muchas veces uno encuentra la pregunta después de empezar a trabajar.

Uno empieza a acumular datos y después encuentra en ciencia, esto es bueno para esto.

Y empieza con una hipótesis, entonces va y elige un sistema que sirva, y bueno uno a veces empieza al revés, pero eso tiene el peligro de empezar a acumular datos sin saber porqué y eso no es bueno, puede haber cosas interesantes y demás pero la ciencia es algo más. La ciencia no es simple acumulación de datos sino que es acumulación de evidencia.

Este relato resume la visión general, se reconoce un ideal que en la práctica es muy difícil de seguir aunque parece ser más por las características de la ecología que por el ideal en sí. Esta carga de responsabilidad que los ecólogos de este laboratorio asumen, ha sido revisada pero en un sentido inverso, así Menna (2004) señala “...una metodología normativa ¿se convierte ipso facto en una metodología prescriptiva...? Una metodología bien puede incluir reglas cuya aplicación sea impracticable”(p.43) Esta imposibilidad es una de las críticas que ha recibido la visión clásica que aspira a lograr un método generalizable a todas las teorías científicas, como señala Suppe ([1974]), ninguna teoría científica hasta la fecha ha cumplido con los requisitos metodológicos de la epistemología clásica.

Volviendo a las referencias de los científicos, el método ideal no se vincula con encontrar una pregunta interesante, sino con el justificarla. En este punto no

aparecen conflictos con la epistemología clásica, sin embargo se empiezan a encontrar diferencias cuando, al alejarse de la visión lineal, la investigación aparece más bien como un diálogo de idas y vueltas entre hipótesis que se van armando en la medida en que se van realizando las observaciones, no sólo por la construcción progresiva de la hipótesis sino por las dificultades al momento de falsar.

En los casos en que los científicos que encontraron datos que parecían contradecir sus presupuestos, se referían a ellos indicando que “no confirman” la hipótesis, en ningún caso utilizaron la referencia a la falsación. Por otra parte, esta “no confirmación” resulta problemática. A modo de ejemplo se cita un relato de un becario que indaga en el impacto de grandes herbívoros en la recuperación del bosque después de un incendio donde existen criadores de vacas y se tiene registro de presencia de animales agrestes³. En este caso, al reflexionar sobre la confianza en los datos, surgió el problema cuando, a pesar de confiar en la toma de datos, no se encuentra evidencia en favor de la hipótesis presupuesta.

Entrevistador-¿puede ser que no exista ese efecto?

BECARIO - puede ser, puede ser que sea muy sutil o de la forma en que yo decidí medirlo no sea la forma apropiada.

E- ¿vos que crees?

BECARIO - para mí un poco las dos cosas, me parece que un poco es un efecto sutil, poco tiempo desde el incendio... Las vacas están mas que nada en el invierno, pero yo estoy muestreando en el verano, y aparentemente la recuperación a la herbivoría de vacas es bastante rápida también, por lo pronto es difícil medir el efecto.

E- o sea que encontrar nada ahora puede significar que solo necesitas mas tiempo.

BECARIO - puede ser, pero no tengo la seguridad que sea así, por ahí hace falta 20 años para que se vea, yo creo que es un disturbio y que algún tipo de efecto tiene que tener sobre el ambiente. Hay trabajos en los que se ha medido, pero va a depender de un montón de cosas, la intensidad de cuantas vacas haya, de cuantas temporadas, de como es la vegetación en ese lugar, si siempre hubo vacas o siempre hubo animales herbívoros que se coman a las plantas, también ese ambiente va a estar acostumbrado a vivir con ese disturbio permanente que en cambio, en un lugar donde nunca hubo vacas y de pronto pones una vaca.

Eso es lo que tiene la ecología que hay muchos factores dando vueltas y es muy difícil estudiarlos aisladamente...

³ Además la presunción del efecto de los grandes herbívoros sobre la recuperación del bosque tiene un matiz político porque la presencia de estos criadores es discutida desde la Dirección de Parques Nacionales.

... para mí hay un efecto, no sé cuánto tiempo va a tardar en ese lugar y en esas condiciones, o sea, con las plantas que están rebrotando, o sea árboles por ahora no va a haber... todo lo que está saliendo ahora son plantas que había antes, pero es diferente, muy diferente el ambiente a como era antes del fuego, y bueno, si eso ya está cambiando y además tenés un bicho que está pisoteando, que está comiendo plantas y todo eso, tiene que haber efecto, es una cuestión de creer o reventar.

Pero cuando veo los datos no lo estoy viendo, tengo los datos de un año de muestreo nada más... no encuentro el efecto, capaz que se nota en 20 años.

Era esperable que la falsación fuese un problema, ya que este es uno de los puntos más revisados y discutidos de la obra de Popper. En este caso se encuentra, además, que no encontrar evidencia a favor de la hipótesis, no significa necesariamente que se encuentre evidencia en contra. Las referencias a que *“tiene que haber efecto, es una cuestión de creer o reventar”*, se vinculan a trabajos donde ese efecto se ha constatado y que hace difícil imaginar un sistema biológico donde no surja. Es decir, las explicaciones de las particularidades del sistema que justifiquen que no se observe tal efecto llevarían a preguntas y estudios nuevos con un grado de incertidumbre aún mayor.

Este punto vuelve a hacer necesario reflexionar con herramientas filosóficas alternativas, como ser la noción de *abducción* desarrollada por Peirce ([1903]). Siguiendo a Menna (2004) *“La abducción provee diferentes “ponderaciones de plausibilidad”. Éstas abarcan desde la “mera afirmación interrogativa” y la “opinión que merece atención” hasta la “incontrolable inclinación a creer”* (p.51). En numerosas situaciones, aún frente a falta de evidencia o con evidencia contraria, distintos agentes del laboratorio parecían estar en esta última instancia. Los múltiples factores bióticos y abióticos del ambiente que se analiza ayudan a pensar que la ausencia de evidencia puede resolverse teniendo en cuenta otros factores o con tiempo.

Las menciones citadas permiten postular que, frente a las dificultades que surgen a lo largo de la investigación, las autoridades reconocidas son, por una parte los estudios previos, y por otra parte, la experiencia. La autoridad de la experiencia se percibe de forma diferenciada de acuerdo al sitio que se ocupe en el laboratorio, a modo de ejemplo se exponen referencias tomadas de un investigador y de un becario:

Investigador

En general primero siempre está la elección del tema, **y un tema siempre está relacionado con uno que uno ya hizo** y de ahí surgen preguntas y bueno, más experiencia o conocimiento sobre algo y surge la idea o la pregunta, escribo el proyecto, después de eso lleva un tiempo porque hay que leer, revisar la bibliografía y ahí surgen otras cosas, de leer, se

cuestionan más cosas, después de que escribo el proyecto, a veces escribo con otras personas, invito, depende del tema a veces uno va eligiendo a donde pedir financiamiento, si es un tema más aplicado, o de conservación o regional, lo que sea, y mando la propuesta y espero que salga, mientras tanto voy tratando de seguir avanzando como pueda sobre esa idea, básicamente es eso, cuando sale una ya tiene más dinero y lo puedes llevar adelante.

Becario

Yo siento que a veces uno sigue por inercia, porque uno se replantea ciertas cosas, y quedan los planteos y no los resuelve... es como que en biología son infinitas las variables... a veces es como que pueden existir un montón de variables que realmente importan y que uno no las tiene en cuenta o porque en la bibliografía no figuran o porque no las puedo medir o por lo que sea y como que esos resultados son parciales y se tiende a intentar generalizarlos porque bueno, de eso se trata la ciencia, y todos hacen eso porque el de al lado hace eso.

La confianza descansa en la experiencia propia y cuando tal experiencia no existe, la inquietud de la incertidumbre resulta mucho más clara. Desde aquí puede pensarse que la idealización de la visión clásica de la filosofía de la ciencia redundaría en una jerarquía de trabajos muy diferenciada, ya que las críticas que ha recibido esta visión, como son la carga teórica de los términos o la dificultad para falsar entre otras, se perciben en las prácticas, pero lejos de ser entendidas como dificultades propias del modelo que se utiliza, son internalizadas en términos de culpa en los becarios. Asimismo el carácter instrumental del MHD va creciendo en la medida en que aumenta la trayectoria de los investigadores.

En este punto cabe la pregunta acerca de las reflexiones que se han realizado desde la epistemología de la ecología, a fin de revisar la vinculación de las mismas con la visión clásica y con las prácticas disciplinares.

2. La epistemología de la ecología

Las reflexiones epistemológicas sobre ecología hacen referencia a que la misma se halla supeditada a las disciplinas con las cuales se vincula. McNaughton y Wolf (1984) señalan que, desde su origen, la problemática ecológica ha demandado el aporte de múltiples ramas de la ciencia y esta unión de miradas distintas le otorga un carácter heterogéneo. Por otra parte esta vinculación fue entendida en términos de dependencia de la ecología respecto de disciplinas como genética o botánica.

Haila y Taylor (2001) reconocen en esta visión una traba a las reflexiones epistemológicas de la ecología. Asimismo reclaman la necesidad de empezar a reconocer las problemáticas particulares en esta rama de la biología. Esta falta de reconocimiento, según estos autores, se debe a que existe un desinterés consciente

en las reflexiones sobre ecología. A fin de sustentar esta aseveración presentan estudios bibliométricos que demuestran que, dentro de la filosofía de la biología, las reflexiones sobre ecología son casi inexistentes.

Esta crítica lleva a plantear que en la medida en que se entendía a la ecología supeditada teórica y metodológicamente a otras disciplinas, resultaba redundante indagar en ella. De aquí se desprende la negación de la autonomía epistemológica a la ecología.

Las lecturas comprometidas con la visión clásica de las ciencias llegan a conclusiones semejantes. Desde las mismas la ecología se ha estudiado como una disciplina inmadura (Hagen (1989) o Mahner y Bunge (1997)) cuyo carácter joven se reconocía en la existencia de permanentes controversias. Desde la misma perspectiva Peters (1991) define a la ecología como una disciplina débil, cuya mayor falencia es su dificultad para predecir. El corolario que se desprende vuelve a ser la negación de un estatus de conocimiento autónomo a la ecología.

Esta concepción se está revisando en los últimos años a partir de trabajos como el de Haila y Taylor (2001) ya citado, o el de Graham y Dayton (2002). Estos últimos autores indagan en dinanismos disciplinares internos de la ecología a partir de la propuesta kuhniana. Destacan que, aún cuando existe un armazón teórico-metodológico compartido, difícilmente se encuentre un acuerdo general en el sentido estricto del paradigma kuhniano. Señalan que si bien la idea de paradigma resulta útil para reconocer el cambio en ciencias, el dinamismo de especialización en ecología no permite encontrar rupturas tan extremas ni acuerdos absolutos como el modelo kuhniano supone.

En general las referencias al modo de trabajo y a los procesos de producción de conocimiento están ausentes en las reflexiones epistemológicas de esta disciplina. Puede ser que el carácter redundante, supuesto para la ecología desde la visión clásica de las ciencias, ha eclipsado también el interés en las prácticas que también resultarían reducibles a las metodologías desarrolladas en otros ámbitos y que no son tomadas en cuenta, ni siquiera en los análisis que pretenden repensar la ecología.

3. Reflexiones finales

El que los científicos tomen como ideal la visión clásica de las ciencias lleva a que, en la práctica, se encuentren con los puntos problemáticos de esta mirada. En el proceso de producción de conocimiento esto expone en las dificultades en su aplicación metodológica y al enfrentar una situación de falsación. Estos inconvenientes son vividos de manera diferenciada de acuerdo a la trayectoria del investigador, lo cual lleva a una profundización de la jerarquización interna en el laboratorio. En este sentido la adscripción acrítica a la epistemología

clásica quita autonomía a la práctica de los investigadores en los inicios de su carrera.

Desde una perspectiva disciplinar, la repercusión de la visión clásica en la epistemología de la ecología ha redundado en limitar el grado de autonomía que se reconoce a esta rama de estudio. La ecología parece “becaria” de las disciplinas con más “trayectoria”. Es decir, tanto en el nivel de las actividades como en el de las reflexiones se encuentra una disminución de autonomía vinculada a este compromiso.

La producción de conocimiento, indagada a escala de laboratorio, expone compromisos epistémicos que repercuten en la misma aún cuando que no resultan adecuados para reflexionar sobre sus dinamismos. Es decir, aspectos como el carácter permanente de las principales controversias en ecología o la asimetría presente en su vinculación con otras disciplinas, debe analizarse desde interpretaciones que permitan sortear el juicio de valor implícito en la mirada clásica de las ciencias, aún cuando se encuentra que los ecólogos reconocen como válida a la misma.

El reflexionar desde las prácticas permite explorar procesos que resultan invisibilizados desde la epistemología clásica. Asimismo abre interrogantes sobre el modo en que esta autonomía limitada redunde en prácticas puntuales. Esta línea de reflexión permite pensar en la necesidad de reconocer y ponderar los factores contextuales asociados a los compromisos epistemológicos, que llevan a dinamismos específicos.

Bibliografía

- Barnes, S.B. y Dolby R.G.A. (1970), “The scientific ethos: A deviant viewpoint”, *Eur. J. Sociol.* 11, 3-25
- Fanji Brener, A. (2003), “Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos “hipótesis” y “predicciones” en ecología”, *Ecología austral* 13, 23-27
- Graham, M.H. y Dayton, P.K. (2002), “On the evolution of ecological ideas: paradigms and scientific progress”, *Ecology* 83, 1481 - 1489
- Hagen, J.B. (1989), “Research perspectives and the anomalous status of modern ecology”, *Biology and Philosophy* 4, 433-455.
- Haila, Y. & Taylor, P. (2001), “The Philosophical Dullness of Classical Ecology, and a Levinsian Alternative”, *Biology and Philosophy* 16, 93 - 102
- Hanson, N. (1958) *Patterns of discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.
- King, M. D. (1971), “Reason, tradition and the progressiveness of science”, *Hist. Theory: Stud. Phil. Hist.* 10, 3-32

- Kuhn, T. (1999) [1962] *La estructura de las revoluciones científicas*, México: FCE.
- Mahner, M. y Bunge, M. (1997) *Foundations of Biophilosophy*, Nueva York: Springer.
- McNaughton, S.J.y Wolf,L.L (1984) *Ecología General*, Barcelona: Omega.
- Menna, S. (2004). *La nueva metodología de la Ciencia. N.R. Hanson y la lógica de la plausibilidad*, Argentina: Editorial Científica Universitaria de Córdoba.
- Mulkay, Michael, (1976). "Norms and Ideology in Science", *Social Science Information* 15, 637-656.
- Peirce, C.S. (1997), "Pragmatism as a Principle an Method of Right Thinking", en Turrisi P.A. (ed.), *The 1903 Harvard Lectures on Pragmatism*, New York: State University of New York.
- Peters, R.H. (1991) *A critic for ecology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Suppe, F. (1979)[1974]. *La estructura de las teorías científicas*, Madrid: Nacional.

Wilson, Stevens e a determinação de sexo por cromossomos: uma controversia*

Ana Paula Oliveira Pereira de Moraes Brito†

*Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) / Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil*

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins‡

*Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP); Grupo de História e Teoria da
Ciência, Universidade Estadual de Campinas/ Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil*

1. Introdução

Durante as três primeiras décadas do século XX ocorreu o estabelecimento daquilo que se costuma chamar de teoria cromossômica da hereditariedade e que alguns historiadores da ciência chamam de teoria mendeliana-cromossômica da hereditariedade. Esta teoria, que considerava os cromossomos como portadores dos elementos responsáveis pela transmissão das características hereditárias, procurava relacionar o comportamento dos cromossomos nucleares dos gametas e os princípios mendelianos. Seu estabelecimento foi o resultado de um trabalho coletivo de vários indivíduos de diferentes nacionalidades (Martins, 1998, p. 105).

Nas etapas iniciais do processo, quando ocorreu a proposta da chamada "hipótese cromossômica de Sutton-Boveri" (1902-1903), não havia evidências que a substanciassem e existiam muitos problemas. Pairavam sérias dúvidas acerca da relação entre os fenômenos citológicos e os princípios de Mendel, pois os estudos citológicos utilizavam indivíduos puros enquanto que os cruzamentos experimentais utilizavam híbridos. Os processos citológicos eram obscuros. Não se sabia o que acontecia de fato no fenômeno da sinapse (se os cromossomos se pareciam lado a lado ou ponta a ponta), que era um ponto fundamental para a hipótese. Havia muitas incertezas acerca da individualidade e da constância dos cromossomos. O trabalho de Theodor Heinrich Boveri (1862-1915) havia trazido

* As autoras agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil).

† paulambrito@ig.com.br

‡ lacpm@uol.com.br

apenas evidências indiretas a este respeito. Sem assumir a individualidade dos cromossomos ficava difícil explicar a constância dos fatores mendelianos e a pureza dos gametas. Por outro lado, aqueles que acreditavam na individualidade e constância dos cromossomos encontravam dificuldades em explicar a segregação independente dos fatores admitida por Mendel. Além disso, as “leis” mendelianas da hereditariedade estavam sendo submetidas a testes e críticas. Ocorriam muitas exceções quanto à aplicação dos princípios mendelianos em animais e plantas. Grande parte do que era defendido pela hipótese não podia ser observado (Martins, 1999a, p. 270). Além dessas dificuldades, havia problemas relacionados à própria observação citológica e a ausência de um consenso acerca da terminologia empregada para descrever aquilo que estava sendo observado, o que dificultava mais ainda as coisas. Por essas razões a maioria dos estudiosos não a aceitava. Assim, nessa época era muito importante mostrar uma relação entre cromossomos especiais e uma característica externa visível.

Desde o início do século XX a comunidade científica se dividia em duas posições quanto à determinação do sexo. A primeira considerava que o sexo era uma propriedade das células germinativas e que após a fertilização o ovo se desenvolveria em um ou outro sexo. A segunda admitia que o sexo era influenciado por condições externas como a temperatura ou nutrição da mãe e que o sexo de qualquer indivíduo era o resultado de uma combinação de forças que poderia tender para um lado ou para o outro (Doncaster, 1909, p. 90). Além disso, houve uma série de pesquisas que procurava explicar a proporção sexual 1:1, apresentando as mais diferentes hipóteses. Alguns pesquisadores como William Bateson, William E. Castle e Edith Saunders, a princípio não aceitaram a hipótese cromossômica (Martins, 1997, cap. 4).

Entre 1901 e 1902, Clarence Erwin McClung (1870-1946) fez estudos com os cromossomos observados durante a espermatogênese de gafanhotos (*Orthoptera*) apresentando uma hipótese conhecida como "hipótese de McClung" que associava a determinação do sexo masculino nesses insetos ao cromossomo X (McClung, 1901, p. 226; Martins, 1999b). Apesar de equivocada, esta hipótese suscitou uma série de investigações feitas por vários estudiosos como T. H. Montgomery, F. Paulmier, W. S. Sutton, E. B. Wilson, Nettie Maria Stevens e outros. Dentre esses estudos, houve alguns que confirmaram a hipótese de McClung, como aqueles feitos por Walter Sutton em *Brachystola magna*, e outros que a negaram, como aqueles feitos por Thomas Henry Montgomery em hemípteros (Martins, 1997, cap. 4).

Vários historiadores da ciência (Ernst Mayr, M. B. Ogilvie, Clifford J. Choquette e Stephen Brush) atribuem a Wilson e Stevens importantes descobertas relacionadas à determinação de sexo e cromossomos em torno de 1905, que teriam desfeito o equívoco de McClung. Entretanto, eles divergem quanto à prioridade

dessas descobertas (Brito, 2004, p. 38). De acordo com Mayr (1982, p. 751) Allen (1978, p.129) e Ogilvie & Choquette (1981, p. 306) Stevens e Wilson contribuíram de modo igual para a questão. Ogilvie e Choquette consideram que eles teriam chegado aos seus resultados independentemente. Para Brush, a contribuição de Stevens é superior à de Wilson sob vários aspectos, incluindo a clareza (Brush, 1978, p. 167).

O objetivo deste artigo é, a partir de comparação entre os trabalhos de Wilson e Stevens publicados em 1905/1906, levando em conta o contexto da época, elucidar se realmente havia uma superioridade de alguma dessas contribuições¹.

2. Alguns esclarecimentos

Na época considerada neste estudo, Wilson atuava como professor e chefe do Departamento de Zoologia da Universidade de Columbia (Estados Unidos). Ele já havia publicado duas edições (em 1896 e 1900) do tratado citológico *The Cell in Development and Inheritance* e dentre suas atribuições estava ser membro assessor da *Washington Carnegie Institution*. Apesar de estar ciente dos inúmeros problemas referentes à hipótese cromossômica, ele estava se dedicando a seu estudo e teste. Stevens realizara seus estudos no *Bryn Mawr College* onde havia sido aluna de Thomas Hunt Morgan (1866-1945) e fizera um estágio na Alemanha com o embriologista Theodor H. Boveri. Ela era bolsista da *Washington Carnegie Institution* e estava desenvolvendo uma pesquisa sobre a relação entre cromossomos, sexo e princípios de Mendel. Utilizava como material experimental principalmente insetos pertencentes a várias ordens. Não ocupava nenhuma posição acadêmica (Brito, 2004, p. 39).

O primeiro estudo de Wilson (1905a) sobre cromossomos foi recebido em 5 de maio de 1905 sendo publicado em agosto do mesmo ano no periódico *The Journal of Experimental Zoology*. Já o artigo de Stevens (1905) foi submetido em 23 de maio de 1905 e publicado em setembro de 1905 na *Washington Carnegie Institution Publication*. A documentação disponível atesta que Wilson atuou como parecerista do artigo de Stevens, sendo favorável à publicação do mesmo (Brito, 2004, p. 40). Ele assim se expressou: "É, em todos os sentidos, um trabalho admirável, digno de ser publicado em qualquer sociedade instruída, e eu não hesito em recomendá-lo para publicação" (Carta de E. B. Wilson para o Secretário da *Carnegie Institution* de Washington, 13/7/1905, *apud* Brush, 1978, p. 167).

Para podermos nos posicionar sobre a questão devemos examinar os trabalhos dos dois cientistas considerando-os na ordem em que foram publicados.

¹ Para maiores detalhes ver Brito, 2004, capítulo 3.

3. O primeiro artigo de Wilson

Neste trabalho (Wilson, 1905a), Wilson estudou o comportamento dos cromossomos de alguns hemípteros, principalmente do par desigual que ele chamou de *idiocromossomos*², durante o processo de espermatogênese. Ele partiu de estudos anteriores, também sobre hemípteros, como aqueles feitos por T. H. Montgomery (1898;1901) e F. C. Paulmier (1899). Além disso, utilizou uma série de amostras preparadas seis ou oito anos antes por Paulmier.

Após analisar vários casos que descreveu, inclusive com desenhos, ele concluiu que nos gêneros *Lygaeus*, *Coenus*, *Podisus*, *Euchistus*, *Brachymena* e *Tryhcopepla* os espermatozóides apresentavam dimorfismo. Eles tinham o mesmo número de cromossomos mas diferiam em relação a um deles. Porém, em outros gêneros (*Pyrrhochoris*, *Anasa* e *Alydus*) metade dos espermatozóides recebia um cromossomo a menos (Wilson, 1905a, pp. 394-395).

Apesar de ter feito algumas sugestões sobre a provável origem do cromossomo acessório sob o ponto de vista evolutivo e de ter obtido evidências favoráveis à individualidade dos cromossomos, ele acabou concluindo: "Considerando o trabalho em Hemiptera, nem a sugestão que eu fiz, nem a hipótese de McClung, têm até o presente diretamente qualquer fundamento nos fatos observados" (Wilson, 1905a, pp. 402-403). Na seqüência, acrescentou em nota de rodapé:

Desde que este artigo foi enviado para publicação eu também tomei conhecimento de que a Dra. N. M. Stevens (que gentilmente permitiu que eu me referisse a seus resultados) independentemente descobriu em um besouro, *Tenebrio*, um par desigual de cromossomos de certo modo similar aos idiocromossomos de Hemiptera, que se distribuem de forma correspondente nos espermatozóides. Ela foi capaz de determinar, além disso, o fato significativo de que o cromossomo pequeno está presente apenas nas células somáticas do macho, enquanto nas células da fêmea é representado por um cromossomo maior. Penso que estas descobertas muito interessantes, agora em curso de publicação, conferem um sólido fundamento para a sugestão feita acima; e quando considerada em conexão com a comparação que eu delineei entre os idiocromossomos e o acessório, mostram que a hipótese de McClung pode, afinal, ser provada como bem fundamentada (Wilson, 1905a, p. 403, grifo nosso).

² Wilson chamou de "idiocromossomos" ou "cromossomos distintivos" ou "peculiares" aos dois cromossomos usualmente desiguais em tamanho que realizariam posteriormente conjugação distribuindo-se de modo assimétrico no núcleo das espermátides (Wilson, 1905a, p. 375).

4. A contribuição de Stevens

No seu primeiro artigo sobre o assunto (1905) Stevens tinha por objetivo averiguar se o “cromossomo acessório” de McClung (que ela preferiu chamar de “elemento x”) era um determinante do sexo. Para isso, selecionou diversos gêneros e espécies de diferentes ordens de insetos que não tinham sido estudados ainda: *Termopsis angusticolis*, *Stenopelmatus*, *Blatella germanica*, *Tenebrio molitor* e *Aphis oenotherae* (Stevens, 1905, p. 3). Ela estudou não apenas o processo de espermatogênese mas também alguns aspectos de sua ovogênese.

Em suas observações Stevens não encontrou o "cromossomo acessório" em *Termopsis* e *Aphis*. Porém, encontrou-o em *Stenopelmatus*, *Blatella* e *Tenebrio* (Stevens, 1905, pp. 7; 12; 16-17).

Em *Tenebrio*, um coleóptero, ela constatou a existência de uma diferença tanto em relação ao tamanho como em relação ao número de cromossomos nas células germinativas masculinas e femininas. O óvulo apresentava 10 cromossomos. Porém, em relação aos espermatozoides, ela encontrou dois casos: alguns apresentavam 9 cromossomos do mesmo tamanho e um menor e outros apresentavam 10 cromossomos iguais. Acabou concluindo que as evidências encontradas em *Tenebrio* indicavam que: “o sexo em alguns casos poderia ser determinado pela qualidade ou quantidade de cromatina em diferentes espermatozoides” (Stevens, 1905, p. 18). Entretanto, apesar disso, considerou que “devido à pouca uniformidade encontrada em relação aos heterocromossomos (os idiocromossomos de Wilson), as discussões deveriam ser adiadas até que pudesse ser estudada a espermatogênese de um número muito maior de formas” (Stevens, 1905, p. 18).

5. Contribuição de Wilson versus contribuição de Stevens

Em seus respectivos estudos, Wilson e Stevens não só tinham objetivos diferentes como também diferiam em relação ao material experimental utilizado. Wilson tinha interesses mais amplos, pois preocupava-se com aspectos evolutivos, a questão da individualidade dos cromossomos, ou ainda, se o par cromossômico apresentava correlatos alelomórficos maternos e paternos. Já Stevens estava mais interessada num ponto específico: em saber se o “cromossomo acessório” de McClung era um determinante sexual.

Enquanto Wilson estudou a espermatogênese de hemípteros (que já haviam sido estudados por vários autores), Stevens estudou tanto a espermatogênese como a ovogênese de várias ordens de insetos que até então não haviam sido estudadas o que permitiu um esclarecimento de pontos importantes da questão. Ao descrever os resultados encontrados em *Tenebrio*, Stevens mostrou que o cromossomo que

poderia estar relacionado ao sexo masculino era o cromossomo Y e não o X como pensava McClung.

Pode-se dizer que ambos estudos foram bem feitos, contendo descrições detalhadas, não escondendo os problemas e levantando hipóteses plausíveis acerca dos resultados obtidos. Assim, sob o ponto de vista conceitual, ambos trabalhos são relevantes e se completam, trazendo contribuições importantes para a hipótese (ou teoria) cromossômica. Não parece ter havido má fé de Wilson, nem de Stevens, pois um cita os trabalhos do outro.

6. As duas outras contribuições de Wilson

6.1. O segundo artigo de 1905

No segundo artigo de Wilson (1905b), que é bastante longo, o objetivo principal do autor era investigar o significado fisiológico dos cromossomos e seu valor individual na hereditariedade. Além disso, desejava esclarecer a confusão que existia acerca do “cromossomo acessório” (que ele preferiu chamar de “cromossomo heterotrópico”) e a determinação de sexo. Entretanto, este último aspecto ficou em segundo plano.

Wilson, retornando ao estudo dos hemípteros, reafirmou que havia dois tipos de pares de heterocromossomos: o primeiro era desigual e ele chamou de idiocromossomos (encontrado em *Euchistus*, *Lygaeus*, *Coenus* e *Brochymena*), e o segundo que continha cromossomos do mesmo tamanho (encontrado em *Anasa*, *Alydus*, *Syromastes* e *Arcimerus*) que ele chamou de cromossomos *m* (Wilson, 1905b, p. 509).

Neste estudo Wilson concluiu que "o cromossomo acessório" (ou heterotrópico) estava presente na maioria dos hemípteros estudados (*Pyrrhonoris*, *Anasa*, *Protenor*, *Alydus*, *Chariesterus*, *Syromastes*, *Harmamostes*, *Oedancala*, *Archimerus* e *Banasa*) e que metade dos espermatozóides o recebia e metade não (Wilson, 1905b, p. 533). Ele comentou:

A sugestão de que estes corpos possam estar de algum modo relacionados com a determinação sexual, não aparece claramente nos dados conhecidos; mas há algumas considerações que são muito interessantes para serem ignoradas (Wilson, 1905b, p. 536).

E acrescentou:

Se o cromossomo heterotrópico é um corpo univalente (uma vez que o número nas espermatogônias é ímpar), é inevitável a conclusão de que na

produção dos machos, o número de cromossomos com que contribuem as duas células germinativas não pode ser o mesmo. Até este ponto os fatos se harmonizam com a visão de McClung; porém, mais considerações dão razão para dúvidas em relação a aspectos mais específicos desta hipótese. A presença do cromossomo heterotrópico no macho de modo algum prova sua origem paterna na fertilização, menos ainda que ele seja especificamente o determinante do sexo masculino (Wilson, 1905b, p. 538).

Após ter finalizado este artigo, Wilson adicionou algumas informações que havia obtido através do estudo da ovogênese em hemípteros, afirmando que estavam de acordo com o que Stevens havia obtido em *Tenebrio* e concluiu:

Não pode haver nenhuma dúvida de que existe uma conexão definida entre os cromossomos e os caracteres sexuais, e acredito que a combinação cromossômica, estabelecida na hora da fertilização, é, nestes insetos, a causa determinante do sexo (Wilson, 1905b, p. 543).

Entretanto, antes de obter essas informações ele parecia ter muitas dúvidas acerca da questão.

6.2. O terceiro artigo de Wilson

No seu terceiro artigo (1906) Wilson analisou as diferenças entre os grupos cromossômicos encontrados em hemípteros e suas implicações para a herança e determinação do sexo. Considerou tanto os processos de espermatogênese como o de ovogênese. Acabou por corrigir, de modo explícito, o equívoco de McClung. Ele assim se expressou:

[...] A conjectura de McClung no que se refere ao modo de fertilização mostra ser o reverso da verdade; pois é a fêmea, não o macho, que possui o cromossomo adicional, como eu determinei acima de qualquer dúvida em quatro gêneros, a saber, *Anasa*, *Alydus*, *Hormostes* e *Protenor*. Os fatos não deixam dúvidas de que ambas as formas dos espermatozoides são funcionais; de que todos os óvulos possuem o mesmo número de cromossomos; que todos contêm o homólogo, ou companheiro materno, do cromossomo acessório ou heterotrópico do macho; e que a fertilização pelo espermatozoide que possui este cromossomo produz fêmeas, enquanto os machos são produzidos pela fertilização através do espermatozoide que não o possui (Wilson, 1906, p. 2).

Wilson corrigiu alguns erros encontrados em observações anteriores e descreveu três tipos daquilo que a maioria dos livros didáticos atuais considera como sendo "modelos cromossômicos", a saber:

- Primeiro tipo: Formas que apresentavam o cromossomo acessório (óvulos: 7 cromossomos; espermatozoides de 2 tipos: um contendo 7 cromossomos, outro contendo 6). Por exemplo, *Protenor belfragei*. Da união de óvulos com espermatozoides contendo 7 cromossomos, originavam-se fêmeas. Da união de óvulos com espermatozoides contendo 6 cromossomos, originavam-se machos.

- Segundo tipo: Formas que possuem idiocromossomos desiguais (a fêmea apresenta um par de cromossomos iguais e o macho, um par de cromossomos diferentes). Exemplo: *Lygaeus turcicus*.

- Terceiro tipo: Formas nas quais os idiocromossomos eram iguais em tamanho nos machos e fêmeas, porém diferiam por seu comportamento. Exemplo: *Nezara hiliaris*.

Este artigo difere dos dois anteriores sob vários aspectos. Em primeiro lugar, seu objetivo é estudar a determinação de sexo em insetos e discutir da hipótese de McClung. Nele o autor fez várias afirmações categóricas, demonstrando segurança, e utilizou as evidências encontradas por Stevens em *Tenebrio* para reforçar sua posição. Além disso, partiu do estudo comparativo dos cromossomos encontrados nas células germinativas masculinas e femininas.

7. Considerações finais

A presente análise mostrou que o artigo de Stevens (1905) é bem mais claro que o primeiro e segundo artigos de Wilson (1905a; 1905b) onde ele demonstrou ter inúmeras dúvidas. Neste aspecto estamos de acordo com Brush (1978). Além disso, ao contrário de Wilson que tinha interesses mais amplos, o trabalho de Stevens estava relacionado diretamente à questão da determinação de sexo por cromossomos. Stevens lidou com um material experimental mais variado, e apresentou um estudo mais completo que envolvia tanto a espermatogênese como a ovogênese.

A nosso ver, os resultados de Stevens estimularam Wilson a continuar sua investigação e a elaborar seu terceiro artigo, que partiu de um estudo comparativo das células germinativas masculinas e femininas e que é extremamente claro sob vários aspectos. Consideramos que os trabalhos desses dois investigadores se completam e que contribuíram de modo significativo, juntamente com vários outros, para o esclarecimento de vários aspectos referentes à questão determinação

de sexo e cromossomos em insetos e reforçaram a hipótese (ou teoria) cromossômica.

Referências bibliográficas

- Allen, G. A. (1978), *Thomas Hunt Morgan. The Man and his Science*. Princeton: Princeton University.
- Brito, A. P. O. P. de M. (2004), *Nettie Maria Stevens e suas Contribuições para a Teoria Cromossômica da Hereditariedade: Estudos sobre a Determinação de Sexo*. [Dissertação de Mestrado], São Paulo: Pontifícia Universidade Católica.
- Brush, S. G. (1978), "Nettie Maria Stevens and the Discovery of Sex Determination by Chromosomes", *Isis* 69, 163-178.
- Doncaster, L. (1909), "Recent Work on the Determination of Sex", *Science Progress* 4: 90-104.
- McClung, C. E. (1901), "Notes on the Accessory Chromosome", *Anatomische Anzeiger* 20, 220-226.
- Martins, L.A.-C.P. (1997), *A Teoria Cromossômica da Herança: Proposta, Fundamentação, Crítica e Aceitação* [Tese de Doutorado], Campinas: UNICAMP.
- Martins, L.A.-C.P. (1998), "Thomas Hunt Morgan e a Teoria Cromossômica: de Crítico a Defensor", *Episteme* 3 (6): 100-126.
- Martins, L.A.-C.P. (1999a), "Did Sutton and Boveri propose the so-called Sutton-Boveri Chromosome Hypothesis?", *Genetics and Molecular Biology* 22 (2): 261-271
- Martins, L. A.-C.P. (1999b), "McClung e a Determinação do Sexo: do Equívoco ao Acerto", *História, Ciência, Saúde. Manguinhos* 6: 235-56.
- Mayr, E. (1982), *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Montgomery, T. H. (1898), "The Spermatogenesis in Pentatoma up to the Formation of the Spermatid", *Zoologische Jahrbuch* 12: 1-88.
- Montgomery, T. H. (1901), "A Study of the Germ-Cells of Metazoa", *Transactions of the American Philosophical Society* 20: 154-236.
- Ogilvie, M. B. & C. J. Choquette. (1981), "Nettie Maria Stevens (1861-1912): Her life and Contributions to Cytogenetics", *Proceedings of the American Philophical Society*, 125 (4): 292-311.
- Stevens, N. M. (1905), "Studies in Spermatogenesis with Special Reference to the 'Accessory Chromosome'. Part I", *Carnegie Institution of Washington*. Publication n° 36: 1-33.

- Wilson, E. B. (1896), *The Cell in Development and Inheritance*, New York: Macmillan.
- Wilson, E. B. (1900), *The Cell in Development and Inheritance*, 2^a ed. New York: Macmillan
- Wilson, E. B. (1905a), "Studies on Chromosomes. I. The Behavior of the Idiochromosomes in Hemiptera", *The Journal of Experimental Zoology* 2:321-405.
- Wilson, E. B. (1905b), "Studies on Chromosomes. II. The paired Michromosomes, Idiochromosomes and Heterotropic Chromosomes in Hemiptera", *The Journal of Experimental Zoology* 2: 507-545.
- Wilson, E. B. (1906), "Studies on Chromosomes. III. The Sexual Differences of the Chromosome-Groups in Hemiptera, with some Considerations on the Determination and inheritance of Sex", *The Journal of Experimental Zoology* 3 : 1-39.

La Teoría de la evolución darwiniana: reflexión acerca del modelo dinámico de niveles múltiples*

María Eugenia Onaha y Marcelo Etchegoyen
Universidad Nacional de Quilmes
Universidad Nacional de Tres de Febrero

Introducción

Según C. Ulises Moulines, una de las principales características de la especie humana es su capacidad para formar conceptos, principios y teorías con el propósito de comprender el mundo que nos rodea. A este tipo de actividad humana la llama **teorización** y el dedicarse a la teorización proviene de nuestro impulso a analizar, sistematizar y en algún sentido, ordenar lo que percibimos directamente. La ciencia en general resulta de una actividad teorizadora que se refiere directamente al mundo. Todo este tipo de actividades humanas se hallan en un **primer nivel de teorización**, dado que se refieren a la realidad inmediata. Otra característica peculiar de la especie humana, es el carácter recursivo de muchas de sus actividades. Así podemos hablar sobre el lenguaje lo que nos lleva a teorizar sobre nuestras teorizaciones sobre la realidad. Emprendemos la tarea de analizar, sistematizar y, en lo posible, ordenar las teorizaciones del primer nivel. Este tipo de actividad se ubica en un **segundo nivel de teorización**. Así construimos teorías que versan sobre las teorías científicas, es decir, **metateorías**. Y la disciplina dentro de la cual ocurren dichas construcciones, es la “metaciencia”. Esta construye modelos, es decir, formula teorías acerca de diversos aspectos de la ciencia. Construimos metateorías en el sentido filosófico del término. Las metateorías que proporciona la filosofía formal de la ciencia suelen caracterizarse como “reconstrucciones lógicas” o “formalizaciones” de las teorías científicas que son su objeto. Moulines (1990). Entre los diversos estilos de representación formal de las teorías científicas en el panorama de la filosofía de la ciencia se encuentra el llamado **estilo semántico o modelo-teórico**. Joseph. D. Sneed (1971) con su obra *The Logical Structure of Mathematical Physics*¹ originó la escuela estructuralista.

* Agradecemos al Prof. Dr. Pablo Lorenzano y Juha Tuomi por sus valiosos comentarios y material cedido.

¹ Sneed (1971)

Esta escuela se caracteriza por su estilo el cual pretende la máxima flexibilidad posible en la representación y que, contrariamente al operacionalismo, no pretende llevar a cabo ninguna reducción de lo complejo o cuantitativo a lo simple cualitativo. Se trata de un estilo multidimensional, en el que se conjugan diversos planos de construcción, y en el que se pretende representar el carácter global de la ciencia. Es un estilo holista y organicista. La misión de la reconstrucción de teorías no es la de proporcionar descripciones, aparentemente verosímiles de su objeto de estudio, sino hacernos comprender mejor, esto es a un nivel más profundo e interesante, a las teorías científicas. Moulines (1990). Este trabajo tiene dos objetivos principales: 1) Aportar, desde el estructuralismo, un nuevo enfoque y aplicar las herramientas analíticas de este enfoque al modelo dinámico de niveles múltiples de Juha Tuomi. 2) Lograr que el modelo expuesto brinde un marco de reflexión abierto a ideas que permitan generar futuras propuestas enriquecedoras, para una mejor comprensión del principio de la selección natural.

Charles Darwin: El Principio de la selección natural

A principios del siglo XIX, el contexto histórico de la ciencia era aquel de la presencia de muchas ideas que cristalizarían en el desarrollo de la creencia en la evolución orgánica². Los geólogos como Hutton y otros concebían una tierra cuya edad estuviera dentro del rango de los millones de años. Se había aceptado la existencia de especies fósiles ya extintas. Se sabía de las estrechas similitudes entre muchas especies diferentes por los esfuerzos de personas dedicadas a la sistemática, anatomía comparada y embriología. Se aceptaba que la mayoría, si no todos, de los organismos descendían por herencia de organismos preexistentes (Strickberger 1993, p.17) Sin embargo, una cuestión pendiente fue acerca de ¿qué causa natural o mecanismo podría explicar la razón de los cambios experimentados por los organismos? Esta pregunta fue contestada por Charles Darwin (1809-1882) en 1859, colaborando en la transformación de la biología en una ciencia evolucionista. Darwin mantuvo el argumento lamarckiano que sostenía que la estructura sobrevivía o se deterioraba a través del uso o el desuso y que los caracteres adquiridos de esta manera podrían ser heredados. Como mecanismo

² Evolución orgánica entendida como la transformación de una especie en otra. A su vez como Reig señaló: “Darwin no llamó «teoría de la evolución» a su teoría evolutiva. El término *evolución* estaba preocupado por un uso previo por parte del embriólogo alemán Albrecht von Haller, quien en 1744 lo había aplicado a su teoría preformista del desarrollo individual. Fue en realidad Spencer el que introdujo el nombre de *evolución* para lo que Darwin había llamado «descendencia con modificación» y Lamarck «transformismo»” Reig (1984), p.554.

novedoso propuso una alternativa más aceptable, la selección natural.³
Enunciación del principio de la selección natural:

El principio de la selección, que hemos visto es tan potente en las manos del hombre, ¿puede tener aplicación en las condiciones naturales? Creo que hemos de ver que puede obrar muy eficazmente. Hay que tener presente el sinnúmero de variaciones pequeñas y de diferencias individuales que aparecen en nuestras producciones domésticas, y en menor grado en las que están en condiciones naturales, así como también la fuerza de la tendencia hereditaria. Verdaderamente puede decirse que, en domesticidad, todo el organismo se hace plástico en alguna medida. Pero la variabilidad que encontramos casi universalmente en nuestras producciones domésticas no está producida directamente por el hombre, según han hecho observar muy bien Hooker y Asa Gray; el hombre no puede crear variedades ni impedir su aparición; puede únicamente conservar y acumular aquellas que aparezcan. Involuntariamente, el hombre somete los seres vivientes a nuevas y cambiantes condiciones de vida, y sobreviene la variabilidad; pero cambios semejantes de condiciones pueden ocurrir, y ocurren, en la naturaleza. Tengamos también presente cuán infinitamente complejas y rigurosamente adaptadas son las relaciones de todos los seres orgánicos entre sí y con condiciones físicas de vida, y, en consecuencia, qué infinitamente variadas diversidades de estructura serían útiles a cada ser en condiciones cambiantes de vida. Viendo que indudablemente se han presentado variaciones útiles al hombre, ¿puede, pues, parecer improbable el que, del mismo modo, para cada ser, en la grande y compleja batalla de la vida, tengan que presentarse otras variaciones sucesivas? Si esto ocurre, ¿podemos dudar - recordando que nacen muchos más individuos de los que acaso pueden sobrevivir - que los individuos que tienen ventaja, por ligera que sea, sobre otros tendrían más probabilidades de sobrevivir y procrear su especie? Por el contrario, podemos estar seguros de que toda variación en el menor grado perjudicial tiene que ser rigurosamente destruida. A esta conservación de las diferencias

³ Darwin propuso en *El origen de las especies*, un mecanismo para el cambio evolutivo que llamó, en analogía con la selección artificial practicada por los criadores, “selección natural”. Hasta ahora la selección natural es el único mecanismo que explica la aparición de los diseños en la evolución, sin necesidad de postular ningún tipo de diseñador con metas y propósitos. Ginobili (2005), p.2. Aceptó a la selección natural, como principio relevante de los cambios en los organismos, pero como un mecanismo más. En oposición a Lamarck, quien propuso como mecanismo de cambio un “impulso interno hacia la perfección” de tipo lineal, que lleva a una respuesta directa del organismo, una variación dirigida, Darwin le negaba a Lamarck el aspecto teleológico de su postura, la direccionalidad que le imprime a la evolución proponiendo una variación no dirigida, sin orientación. Palma & Wolovelsky (2001), pp. 235-236.

y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado yo *selección natural* o *supervivencia de los más adecuados*. (Darwin 1889, pp.62-63)

La explicación de Darwin es extremadamente simple y al mismo tiempo muy poderosa. Aunque desconocía los mecanismos de la herencia, sus observaciones permitieron afirmar que ciertos rasgos se transmitían de padres a hijos. Por medio del proceso de selección natural, una parte de los individuos de la población mueren sin dejar descendencia, mientras que aquellos organismos que presentan las características más favorecidas por el ambiente tendrían una mayor probabilidad de reproducirse. De este modo, las especies se van modificando a través del tiempo porque los individuos portadores de los caracteres más favorecidos por el ambiente tendrían mayor descendencia y por lo tanto, estarían más representados en la siguiente generación. A través de las generaciones, la población como un todo se vio transformada ya que habrían mantenido las variantes hereditarias más favorables e irían desapareciendo las desventajosas. (Massarini & Schnek 1998, p.40) El meollo de la teoría de Darwin fue el haber introducido una explicación a la descendencia con modificación a través del principio de la selección natural (Reig 1984, p.554). Según la concepción estructuralista, el principio de la selección natural es el núcleo generador de esta estructura teórica general; el principio es considerado como una ley fundamental (del elemento teórico básico) que no tiene un poder predictivo inmediato. Aunque permite generar leyes especiales (elementos teóricos especializados) las cuales tendrían carácter predictivo y serían empíricamente contrastadas.

Desarrollo y presentación de los modelos de Juha Tuomi

Juha Tuomi⁴, investigador finlandés propone, ante la cuestión de las relaciones entre el Principio de la Selección Natural y los demás componentes de

⁴ Entre otros autores que analizaron la Teoría de la Evolución se encuentran Lloyd (1988, 1994); Cadevall i Soler (1988); Moya (1989); Thompson (1989); Brandon (1990). Estos autores tienen como propósito aclarar la estructura de la teoría de la evolución. Cadevall i Soler hace un intento de reconstrucción estructural de la teoría. Para ello toma en cuenta la axiomatización de la teoría darwiniana de la selección natural de Williams (1970) adoptando los procedimientos de esta concepción. Entiende el status de las leyes como “principios fundamentales” como lo adopta el enfoque estructuralista. Sostiene la preferencia de presentar una estructura jerárquica de la teoría de la evolución que no consistiera en una estructura de tipo “deductiva” de adoptar el análisis estructuralista. Según Falguera, lo que resulta extraño en esto es que todas sus consideraciones respecto al problema de la explicación de la teoría de la evolución general y de la teoría de Darwin

la Teoría de la evolución darwiniana, la necesidad de analizar la estructura de ésta teoría y dilucidar el estatus del Principio de la Selección Natural en ésta estructura. Para tal fin desarrolló el “*Modelo dinámico de niveles múltiples*”. En éste, se combinan dos modelos de la teoría darwiniana: A) El **modelo reticulado** descrito por Beckner, Ruse y Caplan⁵ supone que la teoría darwiniana es una estructura compleja y flexible consistente en sub-teorías interconectadas lógicamente y sólo algunas partes de esta estructura compleja pueden ser evaluadas empíricamente. La teoría Darwiniana cubre el dominio general de la Biología. La Biología evolutiva se divide en diferentes sub-dominios o ramas (genética de poblaciones, paleontología, y otros.) Y así la teoría Darwiniana se divide en sub-teorías. Las sub-teorías cubren uno de los varios dominios de la realidad biológica y resumen aquellas teorías específicas y modelos teóricos relacionados con estos dominios⁶. Esto aclara por

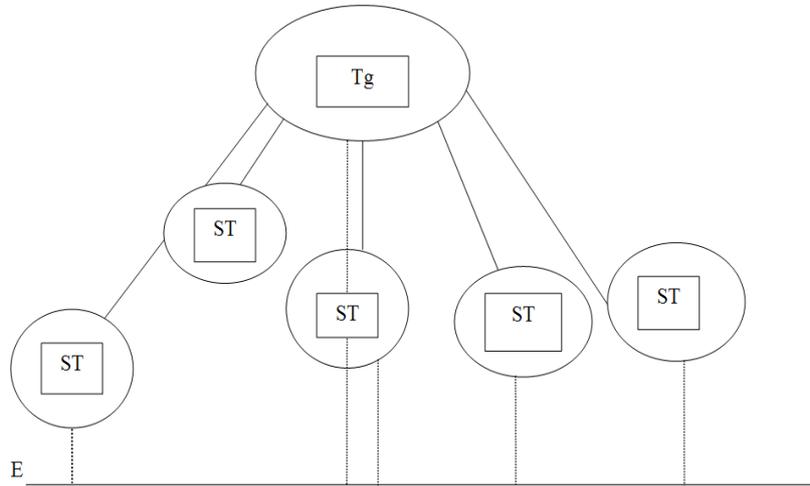
estén planteadas intentando mostrar cómo se adecuan al modelo hipotético-deductivo, lo cual no es compatible con la concepción estructural ni con la semántica. Lloyd y Thompson asumen la concepción semántica de las teorías en oposición a la concepción heredada o sintáctica de las teorías. Mostrando las ventajas de la concepción semántica y los inconvenientes de la concepción heredada sobre todo en el trabajo de Thompson. En el caso de Moya, su obra se centra en el examen en conjunto de contenidos que, a su parecer, conforman la teoría de la evolución y de haber discutido y desestimado el supuesto papel central que algunos autores atribuyen a la genética de poblaciones. Se interesa por aquellos planteamientos que han tenido incidencia en el análisis de la teoría de la evolución que son según su criterio: La concepción heredada, la concepción semántica y las concepciones hiperteórica de Wasserman (1981) y multinivel de Tuomi (1981). Moya incurre en una cierta desconsideración de cuestiones que deben ser antes solucionadas y que conciernen al plano de la filosofía general de la ciencia, como la de aclarar la noción de “teoría” y la noción de “estructura de una teoría”. Falguera (1991). Brandon por último sostiene que la generalización central de la teoría de la evolución por selección natural es el PSN (principio de la selección natural) tomado como ley esquemática sin contenido biológico empírico. Este es la generalización que considera la unificación sistemática de la teoría de la selección natural. Es considerado un principio organizador que estructura las explicaciones seleccionistas naturales. Brandon (1990), p. 158.

⁵ Beckner (1968); Ruse (1973); Caplan (1978)

⁶ Con relación a las diferencias existentes entre una teoría, una subteoría y una teoría específica, Tuomi no hace ninguna aclaración acerca de las mismas. Solamente indica que las subteorías son síntesis restringidas de aquellas teorías presentadas dentro de un dominio específico de la teoría darwiniana. Las teorías específicas surgen de la metateoría o teoría generadora. La metateoría constituye el principio de la selección natural. Lloyd aclara que lo que Tuomi llama “metateoría” no es una teoría de las teorías, sino más bien, un modelo de nivel superior que es una abstracción. Las teorías específicas son las suposiciones específicas acerca de varios aspectos de la teoría. Ellas son aún algo abstractas, como descripciones de los sistemas evolutivos. Los llamados modelos teóricos están formados por teorías específicas a través de la adopción de suposiciones empíricas adicionales. Los

que diferentes ramas de la biología pueden hacer énfasis en distintos aspectos de la selección natural. Sin embargo en el modelo reticulado el estatus del Principio de la selección natural no está descrito.

Gráfico del Modelo Reticulado (A)



Donde **Tg** es la metateoría; **ST** es una sub-teoría y **E** es el nivel empírico. Las líneas completas indican inferencias deductivas y las líneas punteadas más o menos inferencias inductivas.

B) El **modelo jerárquico de niveles múltiples** de Tuomi y Haukioja⁷ presupone que la teoría darwiniana consiste de diferentes niveles de abstracción; en donde hay teorías que son directamente reducibles al nivel empírico⁸. También

modelos teóricos, como representan sistemas específicos, pueden generar predicciones y así ser testeados empíricamente. (Lloyd, 1994) Para Mahner y Bunge, lo que Tuomi llama “niveles de abstracción” se refiere en realidad no a niveles de abstracción sino a grados de generalidad. (Mahner y Bunge, 2000)

⁷ Tuomi & Haukioja (1979)

⁸ Los autores no presentan ninguna elucidación acerca de esta afirmación. Sólo sostienen que el principio de la selección natural es considerado el núcleo generador de la estructura

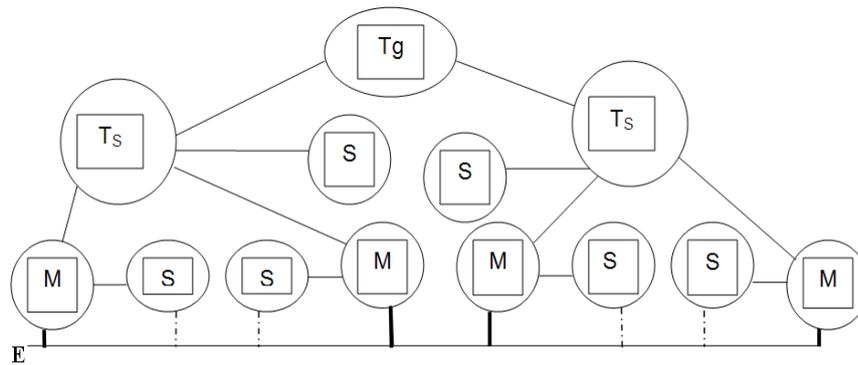
hay otras teorías conectadas indirectamente con el nivel empírico pero sólo a través de otras teorías de niveles de abstracción menor. Cuando la teoría de la selección natural se interpreta como una meta teoría [Tg] ésta no incluye supuestos auxiliares acerca de la variación, herencia mendeliana u otros mecanismos para la herencia, ambiente y otros problemas específicos.

El mismo comprende: **I)** La meta-teoría o teoría generadora [Tg]: Esta meta-teoría describe la selección natural como un proceso que se extiende desde el nivel individual hasta el nivel poblacional. Define los componentes del proceso y muestra sus relaciones biológicas. Esta descripción no indica los resultados específicos que el proceso puede lograr dado que el mismo puede dar lugar a diferentes efectos cualitativos y cuantitativos. Por ejemplo La dirección del cambio evolutivo y la tasa de cambio dependen de condiciones específicas a nivel individual y poblacional⁹. Ante cambios en los inputs a estos niveles, la selección natural produce resultados cuantitativos y cualitativos diversos. Por lo que pueden generarse teorías más específicas de la selección natural y modelos del cambio evolutivo. **II)** Las teorías específicas [Ts]: Cuando la meta teoría se enriquece con supuestos auxiliares (s) es posible formular teorías específicas de los cambios evolutivos. Estas teorías específicas resultan de combinar Tg con otros factores evolutivos. Por ejemplo, la teoría de la genética neo – darwiniana de la selección natural es una teoría específica la cual es formulada al conectar la selección natural con la genética mendeliana y las micromutaciones azarosas. **III)** Los modelos teóricos [M]: Se derivan de teorías específicas al introducir nuevos supuestos auxiliares. Estos modelos generan predicciones y evalúan las consecuencias de teorías específicas alternativas. Estos modelos afirman que una clase determinada de cambio ocurre cuando condiciones específicas (por ejemplo de variación, herencia, ambiente) asumidos por los modelos prevalecen en el nivel empírico. Estas afirmaciones son las predicciones de los modelos.

teórica general. Es una metateoría biológica la cual no tiene poder predictivo inmediato. Pero permitirá generar teorías específicas y modelos teóricos que sí pueden ser predictivos y testeados empíricamente.

⁹ A nivel poblacional, algunos autores, como por ejemplo Strickberger (1993, p. 548), se refieren a la selección entendida como causas de cambio en las frecuencias génicas de una población.

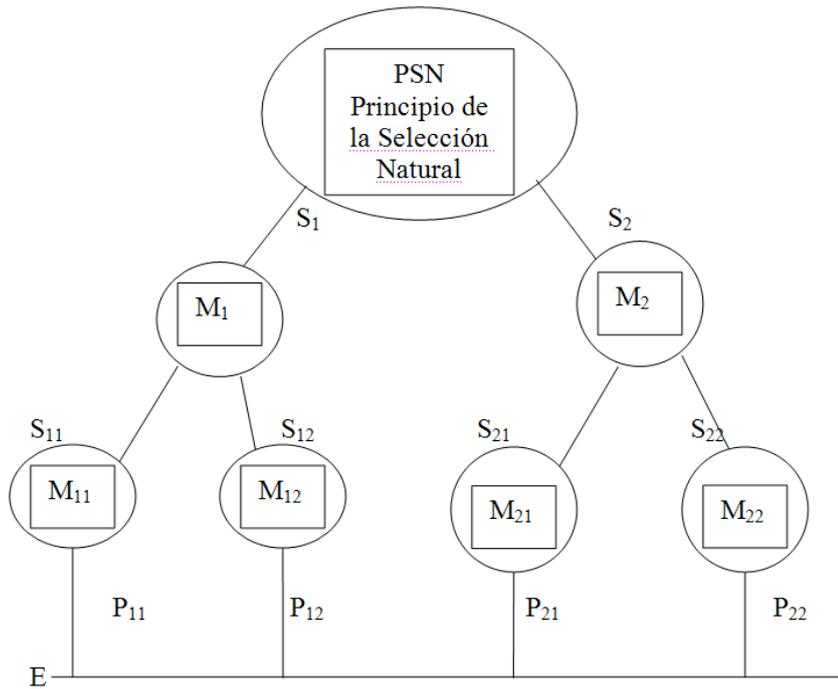
Gráfico del Modelo Jerárquico (B)



Donde **Tg** es la metateoría; **Ts** una teoría específica; **M** es un modelo teórico; **S** son los supuestos auxiliares y, **E** es el nivel empírico.

C) El **modelo dinámico de niveles múltiples** nuclea a los dos modelos anteriores. Describe a la estructura de la teoría Darwiniana como una teoría reticulada y jerárquica. Donde el Principio de la selección natural se asume como metateoría que conecta las teorías de niveles inferiores en una estructura teórica jerárquica. Este modelo asume que en la teoría Darwiniana existen varias teorías del cambio evolutivo específicas en competencia bajo el mismo marco meta teórico de la selección natural. La principal ventaja del modelo es su carácter comprensivo de la evolución biológica. Esto es, sirve como base para sintetizar las ideas y teorías evolutivas diferentes dentro de la misma estructura teórica.

Gráfico del Modelo Dinámico (C)



PSN es el principio de la selección natural; **M_I** son teorías específicas; **M_{Ij}** son modelos; **S_I** y **S_{Ij}** son los supuestos auxiliares; **P_{Ij}** son las predicciones; **E** es la experiencia. **PSN** sólo se comprueba con los datos experiencia **E** a través de las predicciones **P_{Ij}** obtenidas de teorías de menor nivel.

Por último, luego de dar a conocer el modelo de Tuomi, consideraremos un nuevo enfoque que nos permitirá una mayor elucidación a través de sus herramientas. Este es el enfoque que brinda la concepción estructuralista de las teorías.

Consideraciones del enfoque estructuralista.

Este enfoque analiza las teorías como entidades estructuralmente complejas y susceptibles de evolución. Con un núcleo central inmutable y un entorno

complementario cambiante que ofrece un análisis más detallado de la estructura fina de las teorías. Donde una teoría está constituida por una parte formal y otra aplicativa y, donde la noción estructuralista mínima de teoría es la de **elemento teórico**. Esto es, un elemento teórico se identifica con el par $T = \langle K, I \rangle$, donde K es la parte formal e I es la parte aplicativa. La parte formal expresa los recursos conceptuales a diferentes niveles y las constricciones-leyes que según la teoría rigen su ámbito de estudio. La parte aplicativa especifica en términos no teóricos respecto de la teoría los sistemas empíricos a los que la teoría pretende aplicarse (Díez & Lorenzano 2002, pp.59-60) El núcleo K expresa la parte formal; esto es las tradicionales leyes. Las cuales se expresan en términos modelo-teóricos, entendiendo a los modelos como estructuras conjuntistas definidas mediante la introducción de un cierto predicado. K contiene una serie de modelos, las estructuras que satisfacen los axiomas del predicado. Ellos son: los **modelos potenciales** son llamados así a las estructuras que satisfacen a los axiomas impropios o tipificaciones. Son potenciales porque pueden ser modelos efectivos de la teoría. Son aquellas entidades de las que tiene sentido preguntarse si satisfacen o no las leyes propiamente dichas. Es la parte conceptualizadora de la teoría. **Modelos actuales** son las estructuras que satisfacen además los axiomas propios que expresan constricciones no meramente lógicas. Constituye la parte efectivamente restrictiva de la teoría. **Modelos potenciales parciales** se obtienen al recortar de los modelos potenciales sus componentes T-teóricos o sea propios de la teoría T. Constituye el aparato conceptual específico. Las **condiciones de ligadura o constraints** C que son elementos restrictivos adicionales con lo que las leyes usuales no son las únicas que imponen condiciones adicionales efectivas a los modelos potenciales (Díez & Lorenzano 2002, pp.60-61) Las **Redes teóricas** expresan la naturaleza sincrónica de las teorías en toda su riqueza estructural. Representan según T. S. Kuhn una buena precisión semi formal de sus matrices disciplinares en ciertos momentos de su evolución. Una red teórica es un conjunto de elementos teóricos que guardan cierta relación entre sí. El conjunto representa la estructura sincrónica de una teoría en sus diferentes estratos o niveles de especificidad. Tal conjunto, partiendo de elementos muy generales, se va concretando progresivamente en direcciones diversas, cada vez más restrictivas y específicas, las “ramas” de la teoría-red. La relación que se da entre los elementos teóricos es de concreción o especificación o en términos estructurales una relación de especialización. Así:

- $N =$ es una red teórica sí y solo sí existen \check{T} y σ tales que
- (1) $N = \langle \check{T}, \sigma \rangle$
 - (2) \check{T} es un conjunto finito no vacío de elementos teóricos
 - (3) $\sigma \subseteq \check{T} \times \check{T}$

Los elementos teóricos básicos, son elementos especializados pero que ellos no especializan a ningún otro ya que se encuentran por encima de todos los demás. Esto es:

$$B(N) = \{T/T \in \check{T} \text{ y } \forall T' \in \check{T}, \text{ si } T \neq T' \rightarrow T \sigma T'\}$$

Todas las teorías científicas hasta ahora reconstruidas tienen un único elemento teórico básico: $B(N) = \{T_0\}$

Donde T_0 es un único elemento teórico básico de una red teórica o teoría.

Conclusiones

El modelo dinámico de niveles múltiples considera a la Teoría de la Selección Natural como Metateoría:

Analizando los componentes del modelo dinámico de niveles múltiples podemos encontrar una **equivalencia formal y material** con el estructuralismo.

La meta-teoría de la selección natural (TNS), desde el enfoque estructuralista puede ser considerada como un **elemento teórico básico**, del cual forma parte el principio guía.

El principio de la selección natural funcionaría como **principio-guía** en la construcción de la teoría, tal como lo desarrolla Ulises Moulines (1982); estos principios son empíricamente irrestrictos y por lo tanto irrefutables por la experiencia.

Las Teorías específicas M_1 en el modelo de Tuomi representarían **elementos teóricos especializados**. Los elementos teóricos se identifican con los elementos teóricos terminales, donde el elemento teórico es "igual" a una mini-teoría

Para Tuomi la relación entre el principio de la selección natural es de carácter deductivo, mientras que para el estructuralismo es el de **especialización** y no de deducción. En este caso, se especifican los componentes del núcleo de los M_p o modelos potenciales.

Referencias Bibliográficas

- Beckner, M. (1968), *The biological way of thought*. Berkeley: Univ. California Press.
- Brandon, R.N. (1990), *Adaptation and Environment*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Cadevall i Soler, M. (1988), *La estructura de la Teoría de la Evolución*. Barcelona: Public. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Caplan (1978), "Testability, disreputability, and the structure of the modern synthetic theory of evolution." *Erkenntnis*, 13: 261-278.

- Darwin, C. (1889), *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Sixth ed., with additions and corrections to 1972. London: John Murray, Albemarle Street. (Versión castellana de José P. Marco, *El origen de las especies*, Barcelona: Planeta- De Agostini, 1992.)
- Díez, J.A. y P. Lorenzano (2002), “La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX”, en Díez, J.A. y P. Lorenzano, (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: Problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas/Universidad Rovira i Virgili, pp. 285-330.
- Díez José A. y C.U. Moulines (1997), *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Barcelona: Ariel.
- Falguera, J.L. (1991), *Teoría: Revista de teoría, historia y fundamentos de la ciencia*, Vol.6, nº 14-15, pp. 281-286.
- Ginnobili, S. (forthcoming), “Hay lo que queda. Sobre la presunta tautologicidad de la selección natural”. *Análisis filosófico*.
- Lloyd, E. (1988), *The structure and confirmation of Evolutionary Theory*. Originally published New York: Greenwood Press. With new preface to the 1994 edition by Princeton University Press.
- Mahner, M. y M. Bunge (2000) *Fundamentos de Biofilosofía*. México: Siglo XXI eds.
- Massarini, A. y A. Schnek (1998), *Historia de la vida en la Tierra*. Buenos Aires: Pro Ciencia. Conicet.
- Moulines, C.U. (1982) *Exploraciones metacientíficas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Moulines, C.U. (1990), “La metaciencia como arte”, en Wagensberg, J. (ed.), *Sobre la imaginación científica*, Barcelona: Tusquets, Metatemas, pp.41-62.
- Moya, A. (1989), *Sobre la Estructura de la Teoría de la Evolución*. Barcelona: Anthropos.
- Palma, H. y E. Wolovelsky (2001), *Imágenes de racionalidad científica*. Buenos Aires: Eudeba.
- Reig, O. (1984), “La teoría de la evolución a los ciento veinticinco años de la aparición de “El origen de las especies””. *Academia Nacional de Medicina de Buenos Aires. Separata* del Vol. 62, 2do. SEM, p.554.
- Ruse, M. (1973), *Philosophy of Biology*. London: Hutchinson 's Univ. Library.
- Sintonen, M. (1991), *How evolutionary theory faces the reality*. Synthese, 89: 163-183.
- Sintonen, M. y M. Kiikeri (1994), *Idealization in evolutionary biology*. Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and Humanities, 42: 201-216.

- Sneed, J.D. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel.
- Strickberger, M. W. (1993), *Evolución*, Barcelona: Ediciones Omega.
- Thompson, P. (1989), *The Structure of Biological Theories*. New York: State Univ. of New York Press.
- Tuomi, J y E. Haukioja (1979) "Predictability of the theory of natural selection: an análisis of the structure of Darwinian theory". *Savonia* 3, 1-7.
- Tuomi, J. (1981), "Structure and dynamics of Darwinian evolutionary theory", *Syst. Zool.*, 30 (1), 22-31.
- Tuomi, J. (1988), "Natural selection and structure of biological theories". *International Symposium "Evolutionary biology: Theory and practice"*, Pzen, Unpublished Talk.
- Tuomi, J. (1992), "Evolutionary synthesis: A search for the strategy", *Philosophy of Science* 59, 429-438.
- Wasserman, G.D. (1981), "On the Nature of the Theory of Evolution". *Philosophy of Science*, 48, pp.416-437.
- Williams, M.B. (1970), "Deducing the Consequences of Evolution: a Mathematical Model". *J. Theor. Biol.* 29, pp.343-385.

**Sobre las presuposiciones de la ciencia.
El *Essay on Metaphysics* (1940) de Robin Collingwood como
antecedente de toda una época**

Mario H. Otero
Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

0. Hacia el fin del período de dominancia del neopositivismo comienzan a aparecer atisbos de una nueva concepción de las ciencias. Se han recordado los nombres de Polanyi, Hanson, Toulmin, Feyerabend, entre otros más repetidos,¹ como los fundadores de una nueva época.² Se han señalado antecedentes de la obra kuhniiana, entre los cuales lo hemos, hecho en sendos trabajos, con los de Julio Rey Pastor,³ Ludwig Fleck y Kazimierz Ajdukiewicz.

1. *An Essay on Metaphysics* (1940) de Robin Collingwood es un libro extraño por su contenido, escrito con precisión y con humor, de un autor que fue a la vez, durante largos períodos arqueólogo y filósofo reconocido, y sobre todo participante destacado de una fuerte corriente idealista, dominante en su tiempo en el mundo anglosajón. Sin embargo ese libro es otra cosa que idealista, por más que pueda poseer relictos de esa corriente (aspectos que no es nuestro objeto apuntar aquí).

No es un libro de metafísica sino *sobre metafísica*. En un curioso sentido, pues rechaza concebirla – y así lo fundamenta⁴ como la ciencia del puro ser y, en cambio, lo hace como la ciencia que trata de las presuposiciones que subyacen a la ciencia ordinaria, entendiendo ‘ordinaria’ en cuanto esa ciencia no sea parte constituyente de la metafísica (*EM*, p.11).⁵ Es pues una metafísica sin una

¹ Últimamente Jacobs (2002) ha señalado también a Polanyi.

² Rossi, ya en 1986, afirmaba el carácter imaginario, de historia oficial, de la llamada revolución metacientífica.

³ Otero (1991).

⁴ En el puro ser no hay nada que investigar, no puede haber ciencia que lo trate.

⁵ Sobre presuposiciones ver Olivé (1985, secciones 1.2 al 1.4) y Olivé (1988, pp. 287-291).

ontología como “ciencia” del puro ser. ‘Ontología’ es para Collingwood sólo el nombre de un error.

Aunque Collingwood no comparta con Aristóteles la concepción de la metafísica como ciencia del puro ser –compartiendo en cambio la de estudio de las presuposiciones de la ciencia–, está de acuerdo con Aristóteles en algunos principios básicos: 1. que toda ciencia es de lo universal o abstracto, 2. que hay potencialmente por lo menos una ciencia de cada universal, 3. que hay grados de universalidad o abstracción y que existe una jerarquía de los universales y una de las ciencias, y 4. que A no es sólo la presuposición de B y C, sino su fundamento lógico suficiente.

Las presuposiciones no son pues prioridades en el tiempo; se trata de prioridades lógicas. Sólo a través de cierto tipo de análisis llega a saberse que una presuposición es tal.

2. Luego Collingwood pasa a plantear sus metaproposiciones (en nuestra terminología) básicas y ciertas definiciones también básicas:

- P1. Every statement that anybody ever makes is made in answer to a question.
- D1. Let that which is stated (i.e. that which can be true or false) be called a proposition, and let stating it be called propounding it
- P2. Every question involves a presupposition.
- D2. To say that a question ‘does not arise’ is the ordinary English word of saying that it involves a presupposition which is not in fact being made.
- D3. The fact that something causes a certain question to arise I call the ‘logical efficacy’ of that thing.
- D4. To assume is to suppose by an act of free choice.
- P3. The logical efficacy of a supposition does not depend upon the truth of what is supposed, or even on its being thought true, but only on its being supposed.
- P4. A presupposition is either relative or absolute...
- D5. By a relative presupposition I mean one which stands relatively to one questions as its presupposition and relatively to another question as its answer.
- D6. An absolute presupposition is one which stands, relatively to all questions to which it is related, as a presupposition, never as an answer...
- P5 Absolute presuppositions are not propositions (cap. 4).

Entonces, toda pregunta –punto de partida– encierra una presuposición absoluta o relativa; relativa si se plantea relativamente a una pregunta como su

presuposición y relativamente a otra pregunta como su respuesta, mientras una presuposición absoluta se plantea relativamente a *todas* las preguntas sólo como presuposición.

3. Antes de extraer algunas conclusiones, citaremos nuevamente a Collingwood en el quinto capítulo de su libro y luego, especialmente en la sección siguiente, la nota que cierra ese capítulo.

In this kind of thinking 'by introspection', absolute presuppositions are certainly at work; but they are doing their work in darkness, the light of consciousness never falling on them. It is only by analysis that any one can ever come to know either that he is making any absolute presuppositions at all or what absolute presuppositions is he making (p. 43).

In my own experience I have found that when natural scientists express hatred of 'metaphysics' they are usually expressing this dislike of having their absolute presuppositions touched (p. 44).

The purpose of the experiments is to find out what absolute presuppositions are as a matter of fact made on a certain occasion or on occasions of a certain kind... In ordinary science the relative presuppositions are put into a basket, and later on the question is raised when and how they shall be justified. The absolute presuppositions are thrown back. In metaphysics it is the relative presuppositions that are thrown back, and the absolute presuppositions that are put into the basket ... in order to have them scientifically described (p. 45-46).

... it is a special characteristic of our modern European civilization that metaphysics is habitually frowned upon and the existence of absolute presuppositions denied (p. 46).

To sum up. Metaphysics is the attempt to find out what absolute presuppositions have been made by this or that person or group of persons. On this or that occasion or groups of occasions, in the course of this or that piece of thinking (p. 47).

Entonces sólo el análisis puede determinar si se dan presuposiciones absolutas y cuáles son. El científico no quiere aceptar que sus presuposiciones absolutas sean consideradas y de ahí su rechazo a la 'metafísica'. En cambio pone aparte las relativas y luego trata de justificarlas. En cambio el metafísico rechaza las relativas y las pone a su consideración para describirlas científicamente. En la civilización europea se rechaza la metafísica y se niega las presuposiciones absolutas. La metafísica intenta ver cuáles se hacen y cómo.

4. La segunda parte de la nota final del capítulo dice:

But an absolute presupposition is not a 'dodge', and people who 'start' a new one do not start it because they 'like' to start it. People are not ordinarily aware of their absolute presuppositions (p.43), and are not, therefore, thus aware of changes in them; such a change, therefore, cannot be a matter of choice. Nor is there anything superficial or frivolous about it. It is the most general change a man can undergo, and entails the abandonment of all his most firmly established habits and standards for thought and action. Why, asks my friend, do such changes happen? Briefly, because absolute presuppositions of any given society, at any given phase of its history, form a structure which is subject to 'strains' (pp. 74,76) of greater or less intensity, which are 'taken up' (p. 74) in various ways, but never annihilated. If the strains are too great, the structure collapses and is replaced by another, which will be a modification of the old with the destructive strain removed; a modification not consciously devised but created by a process of unconscious thought (p. 48).

No se es conciente de las presuposiciones absolutas, ni de los cambios producidos en las mismas, cambios que no son a elección y que llevan al abandono de los hábitos y pautas que parecían las más firmes. Esas presuposiciones absolutas forman, en cada momento, de la historia una estructura que sufre tensiones que no son eliminadas. Así la estructura puede colapsar y ser reemplazada por otra que ya no encerrará la tensión destructiva que royó fuertemente la original ("Donde no hay tensión, no hay historia", p. 75).⁶

5. De todo lo anterior resulta que la metafísica es una ciencia histórica. No posee problemas que sean eternos, cruciales o centrales (p. 72).

The metaphysician's business, therefore, when he has identified several different constellations of absolute presuppositions, is not only to study their likenesses and unlikenesses but also to find out on what occasions and by what processes one of them has turned into another (p. 73).

⁶ "Unlike Kuhn, Rorty does not insist on a stage of 'crisis' between those of normality and revolution. He seems to think that the new ways of speaking need not be motivated by active strains to the old ways" (Gutting 1999). 'Strains' es justamente el término utilizado por Collingwood en la obra aquí comentada.

One phase change into another because the first phase was in unstable equilibrium and had in itself the seeds of change. And indeed of that change (p. 74).

Las diferentes constelaciones de presuposiciones absolutas que se dan en la historia muestran pues que el equilibrio inestable posee las semillas de cambio.

Según Collingwood, para Hegel el estudio histórico era fundamentalmente un estudio de tensiones internas y de ahí su influencia sobre la historiografía decimonónica, y si Oswald Spengler está hoy merecidamente olvidado es porque siempre que se puso a describir una constelación de hechos históricos –una cultura– “... él barrió deliberadamente todas las tensiones y presentó una imagen en la cual todo detalle se ajustaba con cualquier otro tan plácidamente como las piezas de un puzzle sobre una mesa” (p. 75).

Las referencias históricas llevan a Collingwood a fundar de nueva manera su concepción de la metafísica (“Por esto la concepción de la metafísica como una ciencia ‘deductiva’ no es sólo un error sino uno persistente; un error con el cual la metafísica renovada no hará ningún pacto”, p. 76).

6. La segunda parte del libro está dedicada a la antimetafísica y en ella se estudian su forma general, sus variedades positivista e irracionalista, entre otras y sus orientaciones totalmente erróneas.

Así el grito de guerra ‘Volver a Kant’ expresaba en términos filosóficos el intento de la ortodoxia decimonónica a reunir en su apoyo todas las fuerzas que pudieran conjurarse en una actividad reaccionaria apelando al nombre de un filósofo grande y famoso cuyas doctrinas, entendidas en un sentido pseudometafísico, no dieran apoyo a los movimientos que la pusieran en peligro (p. 95).

Se trata de un argumento que resulta especialmente convincente. Pero además no deja Collingwood de señalar que “La nueva física y la nueva geometría implicaron un quiebre claro con el sistema kantiano” (p. 95).

Las tensiones hacia la ruptura fueron tales que no pudieron ser ocultadas. De ahí la tentación a rechazar la metafísica (obviamente en el sentido de Collingwood): “Detrás de ese grito ‘no más metafísica’ está un sentimiento que la constelación de presuposiciones absolutas de esa ciencia reaccionaria estaba expuesta a tensiones que podían ser ‘retenidas’ sólo manteniéndolas en la oscuridad” (p. 96).

Un caso particular muy claro se da ya desde hace mucho: “La naturaleza le parecía al historiador del siglo 18 una presuposición absoluta de todo pensamiento histórico”. Pero la historiografía del siglo diecinueve disolvió esa ilusión de ocultamiento en el sentido de que

Lo que el hombre hace de la naturaleza depende de sus realizaciones propias, tales como las artes de la agricultura y de la navegación; el llamado condicionamiento de la historia por la naturaleza es en realidad un condicionamiento de la historia por sí misma (p. 98).

7. Y Collingwood redondea su fundado modo de ver del modo siguiente:

When once it is realized that the absolute presuppositions of eighteenth-century science, far from being accepted, *semper, ubique, ad omnibus*, had only a quite short historical life, as we nowadays think of history, in only a quite limited part of the world, and that even inside Europe other systems of science worked before then and since then on different presuppositions, it becomes impossible for any one except the most irresponsible kind of thinker to maintain that out of all these and all the other possible sets of presuppositions there is one set and only one which consists of propositions accurately describing observable characteristics everywhere present in the world, while all the other sets represent more or less systematic hallucinations as to what these characteristics are (p. 180).

8. A más de sesenta años del *Essay* de Collingwood se ve fácilmente cómo un cambio de terminología al interpretarlo –cambio para nada inviable– llevaría a tesis de Kuhn hace treinta años conocidas, y dominantes desde entonces –aunque también severamente criticadas–, tesis que están mucho más que vislumbradas en aquel autor, aunque quizás no suficientemente bien expresadas entonces para el lenguaje de hoy.

Ya Toulmin (1961) reconoce brevemente a Collingwood en *Foresight and Understanding*, lo estudia con cierto cuidado –comparándolo con su propio pensamiento– en su “Conceptual Revolutions in Science” (1967) y en su *Human Understanding* (1972) lo utiliza y critica extensamente.

En una conferencia en la Universidad de Indiana a principios de 1960, publicada el año siguiente, Toulmin introduce el término ‘paradigma’ en dos sentidos distintos: como modelos del orden natural y como casos standard, ejemplos elegidos con el objetivo de ilustrar qué comportan las explicaciones

científicas. Algunas referencias, pocas, a Collingwood señalan aspectos interesantes.

Mientras Toulmin 1972 discurre en torno a Collingwood tratando de mostrar sus presuntas tendencias relativistas, Toulmin 1967 posee, más allá de las críticas que contiene, un análisis adecuado de las tesis centrales de aquel autor. Por eso tomaremos el texto de 1967 como el de mayor interés.

Para Toulmin, aunque los ejemplos de Collingwood no son convincentes – en especial la división de las tres fases que distingue (Newton, Kant y Einstein), que sería muy cruda–, sin embargo esos ejemplos “no arruinan una consideración filosófica de valor” (Toulmin 1967).

La jerarquía en las cuestiones y proposiciones de las ciencias no es deductiva como podría ser en las matemáticas sino basada en el significado y la relevancia respecto de las doctrinas generales. Y éstas no están unidas como teoremas a axiomas sino como presuposiciones a cuestiones concretas. Las preguntas surgen o no surgen dependiendo de los principios generales asumidos.

La relevancia y aceptabilidad de los conceptos más estrechos dependen de ... la relevancia y aceptabilidad de los conceptos más amplios.... Si se abandonan los axiomas generales de la dinámica de Newton, los enunciados específicos acerca de fuerzas y sus efectos en los movimientos no sólo son falsificados: cesan de plantearse del modo en que lo hicieron antes (Toulmin 1967, p. 77-78).

Las decisiones intelectuales cruciales en ciencia tienen pues que ver con cambios en los supuestos básicos. El trasfondo histórico, que debe ser estudiado, condiciona dichas decisiones. Interesa determinar cómo se suceden y desplazan los supuestos básicos, es decir las presuposiciones absolutas.

Según Toulmin para Collingwood –como está expresado claramente por éste– reviste suma importancia determinar las ocasiones y procesos en los cuales se transforma una constelación de presupuestos en otra; pero para Toulmin Collingwood dejaría sin resolver justamente eso. Y ése es el problema central de Toulmin (aún en 1972). Por otra parte, según este comentarista, no habría una distinción clara entre presuposiciones absolutas y relativas.

De la nota ya citada de la página 48 del *Essay*, según el comentarista “una nota al pie sustancial, que es tal vez el elemento más significativo en todo el libro” (p. 79), Toulmin estima que catalogar el cambio de constelaciones como un proceso de pensamiento inconciente constituye una nueva falta de camino. Además no sería claro tampoco cómo las tensiones internas se pondrían de

manifiesto ni cómo se reconocería luego que han sido removidas de la constelación resultante del cambio.

Y sigue: “Deberíamos introducir ahora una presuposición ‘superabsoluta’ para decidir si, en cualquier caso particular, el paso de las presuposiciones anteriores a las nuevas era o no un paso ‘racional’” (p. 80).

El carácter relativo o absoluto requeriría⁷ esas presuposiciones ‘superabsolutas’, lo que iría contra tesis anteriores. Además el hecho de que Collingwood establezca una relación entre las tensiones y crisis sociológicas y culturales marca una tendencia hacia tesis marxistas –aunque suaves– de adquisición entonces reciente por el autor del *Essay* (“Después de todo, una aceptación de ciertas proposiciones marxistas era enteramente consistente con el argumento del *Essay on Metaphysics*, y era de algún modo una secuela de ello”, p. 80).

Se trataba de un marxismo, aunque suave, que los colegas de Collingwood, según Toulmin, sospechaban y temían.

9. Ciencia normal, paradigma, comunidad científica, rompecabeza (puzzle), anomalía, crisis, revolución científica, inconmensurabilidad conceptual –entre paradigmas que se suceden–, no son sólo expresiones que aparecen reiteradamente en Kuhn (1962), no son sólo brazos que pretenden agarrar, a través de una intuición genial, fenómenos como la estabilidad transitoria y el cambio científicos, sino que son expresiones que sobre todo dieron lugar a una pléyade de críticas y de problemas que se vertieron en, digamos, millares de artículos y libros; es lo que se ha llamado la industria kuhniana.

Uno solo de esos temas –el de la inconmensurabilidad conceptual– ha generado inmensa literatura aunque hoy parezca desfalleciente (Kitcher dixit). Sólo aludimos aquí a esas expresiones sin tomarlas como tema.

Como ya adelantamos, Kuhn 1962 no surge ex nihilo; sus antecedentes son profusos y aunque su concepción aparenta romper revolucionariamente el frente de investigación constituido por la escuela neopositivista, se han señalado elementos en su obra que desmienten una interpretación tan radical.

En Collingwood, como vimos, la terminología es totalmente diferente, aparentemente obsoleta hoy en día, por lo menos en los conceptos principales.

⁷ Puede perturbar el hecho de utilizar la palabra ‘absoluta’ que tiene connotaciones más frecuentes, pero deja de hacerlo si tomamos la función que dicha palabra tiene estrictamente en las metaproposiciones y definiciones de Collingwood. También Donagan (1962) critica la noción de presuposición absoluta.

Mientras que se pueden fácilmente emparentar las terminologías de Fleck y de Kuhn, no es así con la de Collingwood.

Sin embargo, se dan en el *Essay* elementos decisivos para entender el cambio científico; los he señalado. Hemos visto que Toulmin le reprocha a Collingwood no dar una única explicación de las alteraciones radicales en las constelaciones de presuposiciones absolutas, sino dos insuficientes y no compatibles. Pero tanto Toulmin como Kuhn –con su conversión, tan acertadamente criticada– incurrir en la misma faltancia. Y no debe excluirse que ello se deba a que el esquema básico de explicación es el mismo.

Si se pidiera, a esta altura, rebautizar los conceptos metacientíficos de Collingwood al uso kuhniano, se podría intentar. Las constelaciones de presuposiciones absolutas, como paradigmas, en uno de los sentidos básicos de esta palabra; las presuposiciones relativas caen dentro de la ciencia normal en la cual se generan tensiones de ruptura (anomalías) que darían lugar a las crisis kuhnianas, y así sucesivamente. Con todo, las inconmensurabilidades conceptuales no aparecen en Collingwood, por más que la ausencia de una única explicación del cambio radical pueda interpretarse como un callejón sin salida, al estilo de las inconmensurabilidades extremas que Kuhn señalaba.

10. Antes de terminar queremos proponer tres breves anotaciones sobre algunos aspectos puntuales que merecen destacarse:

i. Hacking (1982, 1992) presenta, basándose en Alistair Crombie, los estilos de razonamiento científico (distingue en la actualidad seis), que van apareciendo históricamente y luego coexistiendo. Los estilos llegan a ser normas de objetividad porque permiten acceder a la verdad. Un enunciado es verdadero o falso sólo en el contexto de un estilo (“Así los estilos son en cierto sentido autoautenticantes... la admisión de la historicidad de nuestros propios estilos de ningún modo los hace menos objetivos”, Hacking 2002, p. 164).

Las constelaciones de presuposiciones absolutas en Collingwood son de algún modo comparables porque, aunque no posean algunas de las características de los estilos de Hacking, aparecen históricamente y son indudablemente autoautenticantes por más que sea de modo silencioso.

ii. Fuller (1998/2002) dice:

Un segundo rasgo significativo del método de Foucault es que, a diferencia de Kuhn, quien explica la necesidad de los cambios de paradigma en términos de la inhabilidad del paradigma anterior para resolver las anomalías presentes, Foucault notoriamente no ofrece ninguna explicación de por qué y cómo una episteme (paradigma) reemplaza a otra (p. 151).

Tengo serias dudas de que ésa sea la explicación de Kuhn visto el papel que juega la conversión como no-explicación determinante. Pero el señalamiento respecto de Foucault expresa una vez más la preocupación de Toulmin respecto de Collingwood de una falta en éste de explicación del cambio de constelaciones.

iii. Por otra parte, según Fuller (2000, p. 69-70) las presuposiciones de Collingwood apuntan, más que al contenido directo, al contexto de la actividad científica y ese autor remite allí al capítulo 6 de su *Social Epistemology* sobre la inescrutabilidad del silencio. Por otra parte dice: "...radical change can occur quite unradically".

A diferencia de Hanson, Toulmin y Feyerabend y de Shapere, según Fuller, "... toda argumentación que pueda facilitar esta transición, está ausente en forma conspicua del discurso de Kuhn" (p. 306).

Y eso lo opondría también a Collingwood:

... el período que va desde 1980 ha estado marcado por una lenta pero significativa devaluación del papel del lenguaje, en especial de la argumentación, en la constitución de la autoridad científica entre historiadores, filósofos y aun sociólogos de la ciencia (p. 314).

Igualmente debe recordarse que Toulmin refiguraba las presuposiciones absolutas de Collingwood como 'ideales del orden natural', paradigmas, en términos de los cuales son juzgadas las explicaciones particulares (p.312).

Fuller afirma:

Un rasgo interesante de la explicación de Crombie es el papel que juega la investigación de presuposiciones ocultas (por ejemplo de preguntas inexpresadas) de científicos del pasado para justificar un papel para la investigación –no meramente para la enseñanza– en la historia de la ciencia (p. 316).

Dudamos en cambio de la afirmación de Fuller de que Collingwood haya jugado en Gran Bretaña un papel como el de Koyré en Estados Unidos.

iv. Bourdieu (2001) una vez más atribuye a Kuhn –pero ello resulta interesante en el cuadro de su último libro y en el modo en que lo hace–, una representación estrictamente internalista del cambio científico, aun del revolucionario, “[c]ada paradigma alcanza un punto de agotamiento intelectual ... a la manera de una esencia hegeliana que se ha realizado, según su lógica misma, sin intervención externa” (p. 37).

Vimos antes que, por el contrario a Kuhn, Collingwood está muy lejos de una postura internalista. Los avances efectuados por Kuhn se ven compensados por retrocesos respecto de Fleck y a Collingwood.

Bibliografía

- Bourdieu, P. (2001), *Science de la science et réflexivité*, Paris: Raisons d’Agir.
- Collingwood, R. (1940), *An Essay on Metaphysics*, Oxford: Clarendon.
- Donagan, A. (1962), *The Later Philosophy of R. G. Collingwood*, Oxford: Clarendon.
- Fuller, S. (2000), *Thomas Kuhn. A Philosophical History of Our Times*, Chicago: University of Chicago.
- Gutting, G. (1999), *Pragmatic Liberalism and the Critique of Modernity*, Cambridge: Cambridge University.
- Hacking, I. (1982), “Language, Truth and Reason”, Hollis, M. y S. Luke (eds.), *Rationality and Relativism*, Oxford: Blackwell.
- Hacking, I. (1992), “‘Style’ for Historians and Philosophers”, *Philosophy of Science*. (También en Hacking, I. (2002), *Historical Ontology*, Cambridge MA.: Harvard University.)
- Jacobs, S. (2002), “Polanyi’s Presagement of the Incommensurability Concept”, *Studies in the History and Philosophy of Science*, v.33.
- Olivé, L. (1985), *Estado, legitimación y crisis*, México: Siglo XXI.
- Olivé, L. (1988), *Conocimiento, sociedad y realidad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Otero, M.H. (1991), “¿Modelo Reyfleckuhn?”, en Valera, M. y C. López Fernández (eds.), *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, v.III., Murcia: SEHCT.
- Rossi, P. (1986), “Fatti scientifici e stili di pensiero; appunti in torno a una rivoluzione immaginaria”, en *I ragni e le formiche; un’apologia della storia della scienza*, Bologna: Il Mulino.
- Thomson, J.J. (1964), “Alan Donagan: The Later Philosophy of R.G. Collingwood”, *The Journal of Philosophy*, v. 41.

- Toulmin, S. (1982), *Previsione e conoscenza; un'indagine sullo scopo della scienza*. (Edición original: *Foresight and Understanding: An Enquiry Into the Aims of Science*, 1961.)
- Toulmin, S. (1967), "Conceptual Revolutions in Science", *Synthèse*, v.17.
- Toulmin, S. (1972) *Human understanding. V.I The collective use and evolution of concepts*, Princeton: Princeton University. (Versión española: *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Madrid: Alianza, 1977.)
- Toulmin, S. (1977), "Della forma a la funzione: filosofia e storia della scienza negli anni '50 en el tempo presente", en Toulmin (1982).

¿Adiós, Descartes?

Una rehabilitación pragmática del racionalismo.

Volker Peckhaus[†]
Universität Paderborn
Fakultät für Kulturwissenschaften - Philosophie

1. Introducción

Titulé mi conferencia “¿Adiós, Descartes?”. No inventé este atractivo título. Lo tomé de un libro de Keith Devlin (1977), pero lo modifiqué considerablemente agregándole signos de interrogación. El título indica que analizaré la reciente corriente anticartesiana. El rechazo del cartesianismo por parte de Devlin representa una nueva tendencia dentro de esta corriente. A pesar de ser matemático y lógico, Devlin anuncia, de acuerdo con el subtítulo de su libro, “el fin de la lógica”. Se propone reemplazar esta lógica declinante por una nueva cosmología de la mente no cartesiana que, sin embargo, todavía no ha sido encontrada. Los signos de interrogación del título de mi conferencia indican que dudo de la legitimidad de esta propuesta.

Es común que el nombre “Descartes” se emplee como un símbolo. Representa la filosofía moderna, especialmente la filosofía metódica y, de este modo, representa un conjunto de doctrinas actualmente cuestionadas. Dominik Perler, eminente especialista en Descartes y el cartesianismo, afirmó que Descartes no tiene, aparentemente, una función positiva en el debate filosófico actual. Tiene, en cambio, el status de un clásico bien conocido del cual se apartan muchos filósofos cuando discuten problemas en metafísica, epistemología o filosofía de la mente (Perler 1998, p.256).

En lo que sigue, restringiré mi argumentación a un único aspecto del anticartesiano que pertenece al dominio de la metodología general. Aquí, el nombre de Descartes representa el racionalismo moderno con su esfuerzo por reunir todo conocimiento posible en una unidad omnicomprensiva. Por supuesto, éste es un objetivo utópico, cuestionable por buenas razones. En este contexto, sin embargo, el racionalismo también es un símbolo del ideal de exactitud matemática aun fuera del ámbito de las ciencias exactas, representa la tentativa de establecer

[†] Warburger Str. 100, D-33098 Paderborn
E-mail: volker.peckhaus@upb.de

una *mathesis universalis*, es decir, una matemática universal que posibilite el cálculo fuera de campo de la matemática de los matemáticos. Representa una restricción del conocimiento y de la ciencia a lo que puede conocerse de modo claro y distinto. Los críticos que rechazan a Descartes, rechazan también este tipo de filosofía metódica.

Esto no sería necesariamente una desventaja, si hubiera alguna alternativa viable. Dudo de que haya tal alternativa. Aunque algunos aspectos de los actuales debates contra Descartes sean aceptables, encuentro problemas en el radicalismo de las consecuencias que los partidarios del anticartesianismo tienden a inferir.

Presentaré mi crítica en dos partes. En la primera parte, argumentaré en defensa de la afirmación de que la búsqueda racionalista de certeza universal es compatible con el énfasis (pos)moderno en la diferencia y la pluralidad, si estamos preparados para distinguir entre el ideal al que aspira el racionalismo y lo que efectivamente puede lograrse, es decir, si estamos dispuestos a distinguir entre los componentes heurísticos y los pragmáticos de toda tentativa de incrementar el conocimiento. Defenderé el descenso desde la cima utópica del racionalismo hacia su base pragmática. Este movimiento fue propuesto ya en teorías de los siglos XVII y XVIII, y lo probaré analizando un caso histórico: el caso del programa racionalista orientado a elaborar un lenguaje universal. En la segunda parte de esta comunicación, argumentaré que lo que se mostró con el auxilio de este ejemplo histórico también es cierto en el caso de los proyectos racionalistas en metodología de la matemática del siglo XX, en particular en el caso del programa axiomático de David Hilbert. Me propongo defender la posición de que aun si se consideran admisibles algunos aspectos de la crítica anticartesiana, deberíamos seguir la concepción de Descartes en lugar de tomar partido en su contra.

2. Pragmatismo cartesiano.

2.1. Descartes como símbolo de la filosofía moderna.

Los historiadores de la filosofía coinciden en que la filosofía moderna está estrechamente vinculada con Descartes. Hegel, por ejemplo, considera que la filosofía de la nueva época comienza con Descartes (Hegel 1971, pp.120-123). También el historiador de la filosofía Wolfgang Röd afirma que la filosofía moderna comienza con Descartes en el siglo XVII (Röd 1978, p.9). El consenso entre los historiadores ya no es tan uniforme con respecto a la razones. En su *bestseller* sobre nuestra modernidad posmoderna, Wolfgang Iser sostiene que lo que consideramos actualmente ciencia rigurosa, *mathesis universalis*, el control sistemático del mundo, la civilización científico-tecnológica, es decir, el sendero que conduce hacia nosotros, comenzó con Descartes (Iser 1977, p.69). Iser

hace referencia a Husserl, que ya había reconocido esta conexión en su obra “Crisis de las ciencias europeas” cuando escribió que en Descartes estaba completamente formada la nueva idea “de que la infinita totalidad de lo que existe, constituye una unidad tan racional que puede ser gobernada y es de hecho gobernada por una ciencia universal” (Husserl 1976, p.20).

En resumen (siguiendo nuevamente a Welsch): Descartes es símbolo de la filosofía moderna, representa un replanteo radical y la pretensión de universalidad (Descartes 1997, pp.70-72). Estos dos rasgos característicos son, de acuerdo con Welsch (Welsch 1977, p.72), obviamente de espíritu técnico, dirigidos por un sentimiento y un deseo de estructuración y de orden que no conoce límites internos ni externos. Nos recuerdan las características técnicas fundamentales de la modernidad, concebida como la época del mundo científico-técnico.

Con la creciente complejización del mundo y el reconocimiento de los límites de nuestras posibilidades cognitivas, las críticas se centraron en esta aspiración a la validez universal, al conocimiento cierto y al método uniforme. Se declaró el fin de la historia de la emancipación del hombre durante el Iluminismo (Jean-Françoise Lyotard), se reemplazó el razonamiento fundado por el razonamiento débil (Gianni Vattimo), aspirar a la certeza acorde con el modelo de la matemática se consideró logocentrismo (Jacques Derrida), el deseo de unidad y universalidad se contrapuso con el énfasis en las rupturas (Michael Foucault) y la diferencia (Jacques Derrida). El concepto de Devlin de una “matemática flexible” también puede mencionarse en este contexto, entendido como una caja de herramientas para la formulación de una nueva cosmología de la mente, pero que no está sometida a los criterios usuales de la rigidez matemática. De este modo, se cuestionan ambos rasgos característicos del racionalismo: la aspiración a la unidad junto con la pretensión de universalidad, y la disposición al empleo de métodos rigurosos. En el ejemplo que analizamos a continuación, el cartesiano Leibniz desempeña un papel destacado. Trataré de mostrar que un racionalismo acorde con el modelo de Descartes y Leibniz es compatible con valores tan de moda como el dinamismo, la innovación y la creatividad, pero también con el carácter provisional, hipotético y revisable.

2.2. La idea de un lenguaje universal.

En 1629 el padre Marin Mersenne envió una carta a René Descartes informando acerca del proyecto de una “nouvelle langue” desarrollado por un tal Vallée quien afirmaba haber encontrado una “langue matrice”, que le permitía

comprender todos los lenguajes.¹ Descartes comienza su famosa respuesta del 20 de noviembre de 1629 reiterando argumentos muy conocidos acerca de las ventajas y problemas de las pasigrafías (alfabetos generales), las poligrafías (alfabetos para varios lenguajes) y las esteganografías (alfabetos secretos). La gramática de estos lenguajes universales tiene que ser simple y regular. Se debe estipular, además, un sistema completo de conceptos elementales. Así, a cada concepto se podrá asignar un número a modo de clave para poder correlacionarlo con sus sinónimos en otros lenguajes. Con todo, esto sólo sirve para la comunicación escrita. Para poder hablar este lenguaje, habría que aprender todo su vocabulario.

Sin embargo, Descartes no se detiene aquí. Agrega que los conceptos elementales deben ordenarse como las ideas y los pensamientos para que podamos no solamente aprenderlos sino también recordarlos. El orden debe ser análogo al de los números, porque los números no tienen que ser aprendidos necesariamente uno por uno, sino que pueden construirse mediante una sucesión. En consecuencia, la creación de un lenguaje universal depende de la creación de una auténtica filosofía en la que se establezca cada una de las ideas simples y se les asigne un nombre, en la que toda idea concebible, clara y distinta pueda ser construida mediante cálculo –que según Descartes, es el mejor instrumento posible para adquirir ciencia genuina.² Sin embargo, Descartes permanece escéptico con respecto a la factibilidad de tal programa. El autor finaliza la carta con la siguiente prospectiva:

Creo, sin embargo, que tal lenguaje es posible y que se puede encontrar la ciencia de la que depende, gracias a la cual los campesinos juzgarán acerca de la verdad mejor que lo que lo hacen actualmente los filósofos. Pero no puedo imaginar cómo podría llegar a implementarse alguna vez: esto presupone cambios tan grandes en el orden de las cosas que todo el mundo debería transformarse en un paraíso terrenal, lo cual sólo cabe esperar en un mundo de ficción (Descartes 1987, p.81f).

En esta carta, Descartes formula la idea de un lenguaje racional o filosófico que, como una ideografía, describa completamente el sistema de los pensamientos humanos, combinando la afirmación de que es lógicamente posible formular la lista completa de ideas elementales y los correspondientes conceptos elementales

¹ Acerca de la correspondencia entre Descartes y Mersenne, cf., e.g. Eco (1997), pp.224-226, la base de esta presentación. La carta referida está publicada en la edición de las obras de Descartes de Adam y Tannery (Descartes 1987, pp.76-82).

² “[...] qui est à mon avis le plus grand secret qu’on puisse avoir pour acquérir la bonne science” (Descartes 1987, p.81).

con una *mathesis universalis*, con la cual podría construirse mediante cálculo todo lo que pudiera pensarse. Descartes estaba convencido de que tal lenguaje universal y con él, una auténtica filosofía, era lógicamente posible, sin embargo daba por sentado que esta idea era prácticamente una utopía.

En Leibniz encontramos otro abordaje. El quería emplear un lenguaje científico universal como herramienta para la adquisición controlada de conocimiento. Leibniz hizo operativa la idea cartesiana de un lenguaje filosófico o racional aportándole una dimensión pragmática. Entre los escritos de Leibniz hay una copia de partes de la carta de Descartes a Mersenne, con un comentario manuscrito de Leibniz. (C, 27-28). Leibniz señala allí que, aun en el caso de que el lenguaje en el que pensaba Descartes dependiera de una auténtica filosofía, no dependía de su perfección. Es posible establecer un lenguaje como éste, aunque la filosofía no sea perfecta. El lenguaje podría desarrollarse hasta el mismo grado en que se ha desarrollado la ciencia humana.³

De acuerdo con Leibniz, debía iniciarse la tarea de organizar el conocimiento aunque la herramienta necesaria para tal organización, el lenguaje científico, no estuviera completamente disponible. De todos modos, en el contexto de la metafísica leibniziana, esta tarea era utópica. En el sistema infinitamente complejo de la armonía preestablecida el hombre no tiene la capacidad de acceder completamente a las verdades establecidas en el acto inicial de la creación. Con todo, tiene sentido desarrollar herramientas metodológicas para ampliar sucesivamente el alcance del acceso a esas verdades. En el programa de Leibniz esta tarea estaba asignada sobre todo a los métodos deductivos como el combinatorio, el silogístico, y el cálculo lógico en el marco de un *ars inveniendi* o arte de la invención.

2.3. Teoria cum praxi.

Leibniz organizó toda su obra de acuerdo con el principio “*teoria cum praxi*” (cf. Finster-van den Heuvel 1997, pp.177-120), que en una carta al científico y matemático Gabriel Wagner explicaba del siguiente modo:

El arte de la práctica consiste en someter bajo el yugo de la ciencia incluso los fenómenos accidentales, en tanto sea conveniente. Cuanto más se procede de este modo, más se aproxima la práctica a la ciencia.

Leibniz sugiere aquí aprovechar la permeabilidad de la parte teórica de la ciencia, al menos en la medida en que sea oportuno. La teoría y la práctica están,

³ “[...] á mesure que la science des hommes croistra, cette langue croistra aussi” (C, 28).

en consecuencia, estrechamente relacionadas entre sí, pero no coinciden, y no es necesario disponer de la teoría antes de que pueda comenzar la práctica. ¿Qué significa “práctica”? Significa, por supuesto, inventar y construir aparatos, pero también actuar en política y en economía, es decir en las áreas en las que el propio Leibniz incursionó con éxito variable. Pero sus consideraciones se aplican, además, a la actividad científica en general, por ejemplo, al ámbito de la elaboración de lenguajes, y por lo tanto, a la lógica y la matemática. Así Leibniz consideraba admisible comenzar con la elaboración de un lenguaje, es decir con la formulación de una sintaxis (gramática) y una semántica aunque no se tenga todavía una clasificación completa de las ideas simples disponibles.

Leibniz siempre procuraba alcanzar soluciones teóricamente óptimas, pero estaba listo para aceptar resultados rápidos a modo de soluciones provisionarias. Tales soluciones provisionarias tenían que mostrar su valor en la práctica y podían ser ulteriormente desarrolladas con el transcurso del tiempo. Esta idea da lugar a la infiltración del ámbito racional de la ciencia mediante la creatividad no racional que deviene la fuerza conductora para el arte de la invención. En consecuencia, podría no ser casual que Georg Christoph Lichtenberg, uno de los genios creativos del siglo XVIII, recogiera en estas consideraciones. Ya en el primer párrafo de sus *Sudelbücher* destacaba en 1765 (Lichtenberg 1998, A 11):

La invención de las verdades más importantes depende de una fina abstracción, pero nuestra vida cotidiana -todas las facultades, hábitos, rutinas, en unos más que en otros- es un permanente esfuerzo por privarnos de tal abstracción, y la tarea de los filósofos consiste en olvidar esas facultades un poco ciegas que adquirimos mediante la observación desde nuestra infancia. Por eso un filósofo debería ser educado de una manera especial desde su niñez.

Esto parece una crítica dirigida contra las construcciones racionalistas de teorías, contra el *Collegium Logicum* que Mephisto sugirió para los estudiantes en el *Fausto* de Goethe. El *Collegium Logicum* disciplinaría la mente, la ataría a instrumentos de tortura y haría que los pensamientos inconstantes discurrieran moderadamente, es decir: destruiría toda creatividad.⁴ Sin embargo, fue el gran lógico racionalista Leibniz quien inspiró a Lichtenberg en esas líneas, pues en la sección siguiente (ibid. A 12) Lichtenberg cita la confesión de Leibniz de que en todas las ciencias que había aprendido quiso efectuar descubrimientos rápidamente sin estar aún en posesión de sus principios. Entonces se vio forzado a retroceder hasta los fundamentos de estas ciencias y así consiguió resolver problemas con el

⁴ Goethe, *Faust I*, línea 1911-1917. Para un análisis de esta cita, véase Gabriel (1997, pp.26-28).

auxilio de sus propias reglas. Lichtenberg cita la opinión de Leibniz acerca de la posibilidad de encontrar el *alphabetum cogitationum humanarum*, y mediante la combinación de sus letras y el análisis de las palabras de ese lenguaje, inventar y evaluar todo.⁵ La idea de usar la lógica como un *organon* en el marco de un *ars inveniendi* permite, de acuerdo con Lichtenberg, acabar con el carácter supuestamente rutinario y estéril de la lógica. En consecuencia, racionalidad y creatividad no necesariamente se excluyen mutuamente.

3. La axiomática moderna.

3.1. Leibniz y Hilbert.

La actitud de Leibniz puede considerarse paradigmática con respecto a la elaboración dinámica de teorías, centrada en lo que puede lograrse en el momento adecuado como para dar lugar a aplicaciones, pero sin abandonar la idea posiblemente utópica de un sistema omnicomprendivo. La uniformidad y la universalidad tienen, de este modo, sólo un valor heurístico. Sirven como ideas regulativas en el sentido kantiano. Indican la dirección que podría seguir la ciencia futura. Esta heurística racionalista también puede encontrarse en las consideraciones metodológicas del gran matemático de Göttingen, el leibniziano David Hilbert.

Con su famosa conferencia “Problemas matemáticos”, expuesta en el Segundo Congreso Internacional de Matemáticos en agosto de 1900 en París, Hilbert estableció la agenda matemática para el nuevo siglo (Hilbert 1900a). Allí, Hilbert expresó su convicción de que todo verdadero problema matemático podía ser resuelto. En matemática no hay *ignorabimus*. De este modo, Hilbert afirmaba acerca de los problemas de la matemática lo mismo que Leibniz había sostenido con respecto a los verdaderos problemas metafísicos.⁶ Leibniz consideraba que, en cuanto dispusiéramos del *ars iudicandi*, toda falacia podría exponerse como un error en el cálculo. Así, dos filósofos que se hubieran embarcado en una controversia podrían argumentar tal como lo hacen los matemáticos: les bastaría con tomaran un lápiz, sentarse frente a un ábaco y decir “*calculemus*”.⁷

⁵ Lichtenberg hace referencia a un texto de Leibniz acerca de la *characteristica universalis*, publicada por primera vez en 1765 en la edición de Erich Rudolph Raspe de los escritos en latín y francés de Leibniz (Leibniz 1765).

⁶ Esto ya fue señalado por el teólogo, filósofo y lógico Heinrich Scholz en 1931 (Scholz 1931, pp.54-5).

⁷ Esto escribe Leibniz en el manuscrito “De arte characteristica ad perficiendas scientias ratione nitentes”, A, IV, 4, N° 189, 909-915, especialmente 913 (también en GP VII, p.200).

El nombre de Hilbert representa el formalismo en matemática y el método axiomático moderno, y por lo tanto, la matemática moderna propiamente dicha. Los sistemas axiomáticos tipo Hilbert se construyen a partir de axiomas que se eligen, en principio, arbitrariamente. Su elección sólo se justifica mediante investigaciones meta-axiomáticas referidas a la independencia, la completitud y la consistencia. Aplicado a toda la matemática, esto conduciría a una estructura teórica deductiva omnicomprendiva. Por eso no resulta sorprendente que los sistemas axiomáticos tipo Hilbert estén expuestos a críticas similares a las dirigidas contra el programa de la tradición de Descartes y Leibniz que aspiraba a una ciencia uniforme y universal. Ilustraré esto con la crítica de Carlo Cellucci contra los sistemas axiomáticos concebidos como sistemas cerrados, crítica formulada en un par de artículos (Cellucci 1993, 1996) y elaborada exhaustivamente en su libro *Le ragioni della logica* (Cellucci 1998). Su crítica no se dirige solamente contra las tentativas axiomáticas de crear estructuras matemáticas, sino también contra la lógica matemática moderna, considerada como subyacente a esas tentativas. A la luz de los resultados de Gödel, señala Cellucci, se ha probado que los sistemas formales entendidos como sistemas cerrados son incapaces de representar el método matemático. Todo sistema formal de un dominio arbitrario de la matemática que contenga al menos la aritmética, tiene que ser potencialmente ampliable. Por lo tanto, la matemática debería ser formulada como un “sistema abierto”, empleando una nueva lógica paradigmática denominada “lógica computacional” (Cellucci 1996, p.212).

3.2 Pragmática de la axiomática moderna.

Se plantea, ahora, la cuestión de si los sistemas axiomáticos tipo Hilbert son efectivamente sistemas cerrados. Esta impresión puede surgir de la lectura de los *Fundamentos de Geometría* (Hilbert 1899), el libro en el que Hilbert presentó por primera vez su axiomática en forma paradigmática, empleando el ejemplo de la geometría euclidiana. En cuanto se abandonan tales presentaciones en forma de libro de texto, y se consideran también los escritos en los que Hilbert reflexiona sobre investigación en matemática –es decir, sobre el proceso mismo de hacer matemática– la situación cambia.

De acuerdo con estas consideraciones, el matemático puede elegir libremente, al menos en principio, el punto de partida de un sistema deductivo. Sin embargo, su elección está guiada por el propósito que quiere alcanzar mediante la axiomatización de una teoría dada. Denomino a esto una restricción pragmática de la libertad del matemático. La axiomatización en sí misma no es el objetivo, no lo es –seguramente– para Hilbert. El método axiomático comienza con la matemática ya existente, que no necesita estar axiomatizada. La selección de teorías a

axiomatizar está influenciada por la discusión matemática actual. La axiomatización de una teoría puede considerarse, entonces, como la reconstrucción de una parte de la matemática determinada. Por eso no es enteramente independiente de esa matemática determinada. Ilustraré esta idea con algunas citas de la obra de Hilbert.

En diciembre de 1899 Hilbert escribió las siguientes líneas acerca de los motivos que lo impulsaron a la axiomatización la geometría euclidiana (Frege 1976, p.65):

Los problemas me fuerzan a establecer mi sistema de axiomas: quería brindar la oportunidad de entender aquellos teoremas geométricos que considero los resultados más importantes de la investigación geométrica: que el axioma de las paralelas no se sigue de los otros axiomas, y lo mismo con respecto al axioma arquimediano, etc.

Además de cumplir con este propósito, la aplicación del método axiomático debía proporcionar un instrumento de decisión en las controversias matemáticas. Esto resulta claro en el planteo hilbertiano de los problemas de la teoría de conjuntos de Cantor. Mediante la axiomatización de la teoría de conjuntos, señala Hilbert, no se presentarían los problemas cantorianos generados por los conjuntos que no pueden ser considerados propiamente como tales, problemas que posteriormente condujeron a las denominadas paradojas de Cantor y de Burali Forti. Pues, en un sistema axiomático adecuado, no podrían derivarse tales objetos contradictorios. Cantor tuvo que distinguir entre los conjuntos transfinitos que pueden ser pensados como un todo y las multiplicidades infinitas absolutas tales como la totalidad de los cardinales o la de los ordinales, que no pueden considerarse como un todo. Esta distinción deviene superflua en cuanto se encuentra un sistema axiomático apropiado (cf. Hilbert 1900, p.184).

En la concepción hilbertiana, una axiomatización siempre tiene un carácter meramente provisorio. Sirve para fundamentar aquellas partes de la matemática cuyos fundamentos hayan sido cuestionados. Esto es lo que expresa Hilbert cuando compara la producción de la ciencia con la construcción de una casa. Citaré un ejemplo muy ilustrativo extraído de un curso no publicado sobre *Los principios lógicos del razonamiento matemático*, de 1905 (Hilbert 1905, p.122):

Ha sido una práctica usual en la evolución histórica de la ciencia comenzar cultivando una disciplina sin muchos escrúpulos, adelantándonos todo lo posible, pero de ese modo encontramos dificultades (frecuentemente sólo después de mucho tiempo) que nos obligan a retroceder y reflexionar sobre los fundamentos de esa disciplina. El edificio del conocimiento no se erige como una casa, donde los cimientos se colocan antes de empezar a levantar

las habitaciones. La ciencia prefiere tener habitaciones confortables en las que pueda regir tan rápido como sea posible, y sólo cuando resulta manifiesto que aquí y allá los cimientos son incapaces de soportar la terminación de las habitaciones porque no están firmemente establecidos, la ciencia busca sustentarlos y asegurarlos. Esto no es un defecto sino más bien un desarrollo correcto y saludable.

A la luz de esta concepción de la práctica científica, y por lo tanto de la práctica de la matemática, no sorprende que Hilbert comience sus tentativas fundacionalistas en el ámbito de la práctica, empezando con aquellos teoremas del dominio a axiomatizar que son generalmente aceptados. Luego, entre estos teoremas, selecciona los candidatos para ser axiomas, guiándose por la intuición y la experiencia como matemático apoyándose en el carácter trivial de esos teoremas. Por supuesto, estos son criterios que podemos buscar en la axiomática euclidiana tradicional, pero no en la moderna axiomática que se supone independiente de toda evidencia e intuición. Una vez que han sido identificados los candidatos a axiomas se analiza si satisfacen la condición de ser (un conjunto de axiomas) independiente, completo y consistente. Generalmente, un sistema tal está abierto a revisiones, que devienen necesarias en cuanto por lo menos una de estas condiciones no se satisfaga. El programa axiomático inicial de Hilbert, considerado generalmente como prototipo del formalismo, no es un programa universal destinado a una reformulación comprehensiva de la matemática, como la posterior “Architecture of Mathematics” de Bourbaki (1974), el grupo de matemáticos de origen francés. Por el contrario, en el programa axiomático de Hilbert los fundamentos se establecen sólo hasta un nivel de profundidad necesario como para asegurar la práctica matemática. El grado de calidad de la fundamentación depende, por lo tanto, del estado de la investigación matemática. Así lo expresa metafóricamente Hilbert al señalar que el objeto de la tarea fundacionalista es profundizar en los fundamentos (Hilbert 1918, p.417). Pero profundizar en los fundamentos no es necesariamente llegar a los fundamentos más profundos. Esta es la razón por la cual la idea de una fundamentación última no es un asunto de interés en los sistemas hilbertianos. Con todo, y esto conecta nuevamente a Hilbert con Leibniz, la universalidad y la uniformidad desempeñan una destacada función heurística, pero son compatibles con la consecución de objetivos especiales, con la revisión de los sistemas actuales y con la formulación de sistemas provisorios.

4. Conclusión.

Estos ejemplos, referidos a Leibniz y Hilbert, dos partidarios de la filosofía metódica racionalista cartesiana, deberían haberlos convencido de que Descartes y el método racionalista aún tienen su lugar en la ciencia. Más de 200 años de críticas contra el programa racionalista nos hicieron más sensatos que a sus primeros defensores acerca de sus límites. Dentro de estos límites, el programa racionalista es indispensable. En consecuencia, aceptar la concepción cartesiana es un buen consejo.

Bibliografía

- Bourbaki, Nicolas (1974), “Die Architektur der Mathematik”, en *Mathematiker über Mathematik*, comp. por Michael Otte, Berlín-Heidelberg-Nueva York, Springer: (*Wissenschaft und Öffentlichkeit*), 140–159.
- Cellucci, Carlo (1993), “From Closed to Open Systems”, en *Philosophie der Mathematik. Akten des 15. Internationalen Wittgenstein-Symposiums I*. 16. bis 23. August 1992. Kirchberg am Wechsel (Österreich), comp. por Johannes Czermak, Viena, Holder-Pichler-Tempsky, 206–220.
- Cellucci, Carlo (1996), “Mathematical Logic: What Has it Done for the Philosophy of Mathematics”, en *Kreiseliana. About and Around Georg Kreisel*, comp. por Piergiorgio Odifreddi, Wellesley, MA, A. K. Peters, 365–388.
- Cellucci, Carlo (1998), *Le Ragioni della Logica*. Roma, Laterza.
- Descartes, René (1987), *Oeuvres de Descartes. Correspondance I. Avril 1622 – Février 1638*, editado por Charles Adam-Adam Tannery, nouvelle présentation. París, J. Vrin.
- Devlin, Keith (1997), *Goodbye, Descartes. The End of Logic and the Search for a New Cosmology of the Mind*, Nueva York et al., Wiley.
- Eco, Umberto (1997), *La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea*, Roma-Bari, Laterza, 1993.
- Finster, Reinhard-van den Heuvel, Gerd (1997), *Gottfried Wilhelm Leibniz mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten dargestellt*, 3ª ed., Reinbek bei Hamburg, Rowohlt.
- Frege, Gottlob (1976), *Wissenschaftlicher Briefwechsel*, comp. por Gottfried Gabriel et al. Hamburgo, Felix Meiner (Frege, *Nachgelassene Schriften und wissenschaftlicher Briefwechsel*, vol. 1).
- Gabriel, Gottfried (1997), *Logik und Rhetorik der Erkenntnis. Zum Verhältnis von wissenschaftlicher und ästhetischer Weltauffassung*, Paderborn,

- Ferdinand Schöningh. (*Explicatio. Analytische Studien zur Literatur und Literaturwissenschaft*).
- Goethe, Johann Wolfgang (1950), *Sämtliche Werke*, Vol. 5: *Die Faustdichtungen*. Zurich, Artemis; München, Deutscher Taschenbuch Verlag, 1977.
- Hegel, Georg Friedrich Wilhelm (1971), *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie. III. Werke*, Vol. 20, Frankfurt del Mena, Suhrkamp.
- Hilbert, David (1899), “Grundlagen der Geometrie”, en *Festschrift zur Feier der Enthüllung des Gauss-Weber-Denkmal in Göttingen*, ed. dem Fest-Comitee, B. G. Teubner: Leipzig, 1–92; 14ª ed. titulada *Grundlagen der Geometrie. Mit Supplementen von Paul Bernays*, comp. por Michael Toepell, Teubner, Stuttgart-Leipzig, B. G.
- Hilbert, David (1900a), “Mathematische Probleme. Vortrag gehalten auf dem internationalen Mathematiker Kongreß zu Paris 1900”, *Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse aus dem Jahre 1900*, 253–297.
- Hilbert, David (1900b), “Über den Zahlbegriff”, *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker Vereinigung* 8, 180–184.
- Hilbert, David (1905), *Logische Principien des mathematischen Denkens*, curso semestral de verano de 1905, notas de Max Born (Niedersächsische Staats und Universitätsbibliothek Göttingen, Cod. Ms. D. Hilbert 558a).
- Hilbert, David (1918), “Axiomatisches Denken”, *Mathematische Annalen* 78, 405–415, reimpresso en Hilbert 1964, 1–11.
- Husserl, Edmund (1976), *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*, comp. W. Biemel, 2ª ed., La Haya, Martinus Nijhoff (Hua VI).
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1765) *Oeuvres philosophiques latines et françaises de feu Mr de Leibnitz, tirées des ses Manuscrits qui se conservent dans la Bibliothèque royale à Hanovre et publiées par M. Rud. Eric Raspe*. Amsterdam-Leipzig, Jean Schreuder.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1875–1890), *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, comp. por C[arl] I[mmanuel] Gerhardt, 7 vols. Berlin, Weidmannsche Buchhandlung [citado como “GP”].
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1903), *Opuscles et fragments inédits de Leibniz. Extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre*, comp. por L[ouis] Couturat. Paris, Alcan [citado como “C”].
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1992), *Schriften zur Logik und zur philosophischen Grundlegung von Mathematik und Naturwissenschaft*, comp. y trad. por Herbert Herring. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft: Darmstadt (Leibniz, *Philosophische Schriften*, Vol. 4).

- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1999), *Sämtliche Schriften und Briefe*, Reihe 6: *Philosophische Schriften*, Vol. 4: 1677–Junio 1690, 4 partes, Berlín, Akademie Verlag [citado como “A”].
- Lichtenberg, Georg Christoph (1998), *Schriften und Briefe*, Vol. 1: Sudelbücher I, 6ª. ed., Francfort del Mano, Zweitausendeins.
- MacColl, Hugh (1906), *Symbolic Logic and its Applications*. Londres-Nueva York-Bombay, Longmans, Green, and Co.
- Perler, Dominik (1998), *René Descartes*, Munich, Beck: (Beck’sche Reihe; 542:Denker).
- Röd, Wolfgang (ed.) (1978), *Geschichte der Philosophie*, Vol. 7: *Die Philosophie der Neuzeit*, Munich.
- Scholz, Heinrich (1931), *Geschichte der Logik*, Berlín, Junker und Dünnhaupt. (Geschichte der Philosophie in Längsschnitten).
- Stelzner, Werner (1993), “Hugh MacColl: Ein Klassiker der nichtklassischen Logik”, en *Philosophie und Logik. Frege-Kolloquien Jena 1989–1991*, comp. por Werner Stelzner. Berlín–Nueva York, Walter de Gruyter: (*Perspektiven der Analytischen Philosophie*; 3), 145–154
- Welsch, Wolfgang (1997), *Unsere postmoderne Moderne*, 5ª ed., Berlín, Akademie Verlag.

Traducción castellana: Adriana Spehrs

La distinción personal-subpersonal en D. Dennett

Diana Pérez[†]
UBA/CONICET

Liza Skidelsky[‡]
UBA/CONICET

Dennett (1969) introdujo la distinción personal-subpersonal con el fin de postular dos niveles, diferentes pero relacionados, de descripción y explicación del comportamiento de un sistema cognitivo. Algunos consideran que Dennett fue pasando a lo largo de su obra, de una primera formulación categórica de la distinción a una versión más laxa (Hornsby 2000). Creemos que esta interpretación no es adecuada. Si bien a lo largo de su obra Dennett utiliza distintos criterios para establecer la distinción, dando lugar, de esta manera, a formulaciones aparentemente no idénticas (en sentido estricto), creemos que a estas diversas formulaciones subyace una misma distinción. Los objetivos de este trabajo serán mostrar cuáles son los distintos criterios de la distinción entre el nivel personal y el nivel subpersonal en tres momentos diferentes de la obra de Dennett: 1969, 1987 y 1991, las razones por las cuales la utilización de estos criterios llevaron a pensar que Dennett modificó su formulación, y las razones por las cuales creemos, sin embargo, que hay una continuidad tanto en la concepción de la distinción como en el rol que se le asigna.

1. La distinción en Dennett 1969

Dennett introduce la distinción personal-subpersonal al final de la primera parte de *Content and Consciousness* (1969, pp. 90-96), con el objetivo de aplicar en la segunda parte, las tesis sostenidas en este libro. La idea central del libro es que las teorías propuestas para explicar la relación mente-cuerpo no son satisfactorias, en particular, la teoría de la identidad, vigente en ese momento, que

[†] dperez@filo.uba.ar

[‡] lskidelsky@filo.uba.ar

sostiene que hay una identidad (o reducción) entre entidades mentales y físicas. El enfoque que propone Dennett es dejar la cuestión ontológica a un lado y preguntar por la correlación existente entre las oraciones verdaderas formuladas en lenguaje mentalista y las formuladas en lenguaje fisicalista, de manera de evitar la tarea infructuosa de buscar referentes para el discurso mentalista.

La tarea es, entonces, relacionar explicativamente las oraciones mentalistas verdaderas con el corpus científico buscando condiciones necesarias y suficientes para la verdad de las oraciones expresadas en el vocabulario mentalista (cf. p. 19). Si bien Dennett reconoce que aun no se propusieron o descubrieron las correlaciones entre ambos lenguajes, al menos, pretende haber mostrado una tesis más débil pero igualmente efectiva para dar cuenta del problema mente-cuerpo y es el haber dado sentido a la idea de que las operaciones de ciertos tipos de entidades físicas se describen naturalmente en el modo intencional y esto en virtud de su organización física.

La propuesta apunta a cerrar la brecha entre la teoría fisiológica y la comprensión filosófica de los conceptos mentales postulando dos niveles de descripción y explicación en toda teoría psicológica: el enfoque extensional que da cuenta de la interacción de estructuras funcionales en el cerebro y una caracterización intencional de esas estructuras. La teoría comienza con la caracterización intencional y se espera encontrar una base física adecuada de manera de que sea posible la “reducción” de las oraciones intencionales a las extensionales. La relación entre ambas descripciones consistirá en hipótesis que describirán la fuente evolutiva de los estados internos del sistema en virtud de los cuales las operaciones del sistema tienen sentido.

Para mostrar cómo se aplica esta propuesta, Dennett elige el ejemplo del dolor dado que era el favorito de los teóricos de la identidad. Es allí cuando introduce la distinción personal-subpersonal que aparentemente recoge la distinción entre los enfoques intencional y extensional. En este pasaje, múltiplemente citado, Dennett presenta la distinción:

Cuando decimos que una persona tiene una sensación de dolor, la localiza y está dispuesta a reaccionar de cierta manera, hemos dicho todo lo que hay que decir dentro del ámbito de este vocabulario. *Podemos* exigir una explicación ulterior de cómo sucede que la persona retira su mano de la estufa caliente, pero no podemos exigir explicaciones ulteriores en términos de “procesos mentales”. Dado que la introducción de cualidades mentales inanalizables lleva a un final prematuro de la explicación, podríamos decidir que dicha introducción está equivocada, y buscar modos alternativos de explicación. Si hacemos esto, debemos abandonar el nivel explicativo de la gente y sus sensaciones y actividades y pasar al nivel *sub-personal* de los cerebros y eventos en el sistema nervioso. Pero cuando abandonamos el

nivel personal abandonamos también, en un sentido muy genuino, el tema de los dolores. (p. 93-94)

El punto de Dennett es que ante la pregunta de cómo las personas distinguen la sensación de dolor de otras sensaciones, no hay nada que las personas hagan *qua* personas que permita responder esta cuestión. Las personas simplemente distinguen las sensaciones de dolor, es un hecho bruto acerca de las mismas, una capacidad básica. Se pueden exigir explicaciones posteriores de cómo las personas tienen la capacidad de discriminar dolor, pero entonces hay que abandonar el nivel explicativo personal de los estados y procesos mentales para pasar al nivel subpersonal de los estados y procesos cerebrales.

La distinción marca así dos modos de explicación que poseen ciertas características que se basan, a su vez, en otras distinciones. En primer lugar, la oposición entre mecánico y no-mecánico. En varias ocasiones Dennett remarca que el habla de los procesos mentales es esencialmente no-mecánica mientras que el habla de los procesos cerebrales es esencialmente mecánica. La explicación mecánica es una explicación física en términos de inputs aferentes que producen un output eferente con modos característicos de conducta. Este tipo de análisis componencial practicado en las ciencias cognitivas contrasta en particular con el tipo de análisis conceptual que se realiza en el nivel personal. En segundo lugar, las sensaciones de dolor son discriminadas por la persona, no por el cerebro (aunque, por supuesto, el cerebro discrimina cosas relacionadas con el dolor). En este sentido, habría una distinción personal-subpersonal basada en el sujeto de las atribuciones de estados mentales y de estados físicos. En el primer caso, el sujeto de la atribución es la persona mientras que en el segundo es su cerebro.

En tercer lugar, algunos creen que mientras que en el nivel personal hay atribución de estados con contenido, el nivel subpersonal es un nivel puramente neurofisiológico y que en Dennett 1987 se modifica esta cuestión admitiendo que los estados subpersonales portan información (p. 67). Lo cierto es que una lectura atenta de Dennett 1969 revela que hay atribución de contenido a estados neuronales. Dennett dedica un capítulo a mostrar “las condiciones bajo las cuales se puede justificadamente adscribir contenido a estados neuronales” (p. 72). Esta atribución es llevada a cabo por el teórico atendiendo a condiciones externistas a la manera en que las atribuciones personales también toman en cuenta las condiciones del entorno del individuo y las reacciones apropiadas a ese entorno. Creemos que la interpretación errónea se basa en el hecho de que dado que el ejemplo elegido es dolor, un estado en principio no-intencional, no hay mención en este punto de la noción de contenidos en el nivel subpersonal.

Estos tres criterios llevaron a algunos filósofos a sostener una “distinción categórica” que supone la autonomía explicativa del nivel personal (Hornsby

2000). Si, como Hornsby interpreta, la empresa de Dennett 1969 está centrada en la discusión del problema mente-cuerpo contra dualistas y teóricos de la identidad, enfocando su propia respuesta en la existencia de un habla acerca de los estados personales y descartando las cuestiones ontológicas, parece esencial a este proyecto sostener que las explicaciones del nivel personal son autónomas, y que nada que se pueda decir, ni en el nivel del cerebro ni por introspección accediendo a los “objetos” ante la mente, podrá alterar nuestras atribuciones intencionales de nivel personal. Por tanto, la distinción entre los dos niveles, así planteada la cuestión, resulta ser categórica: sólo son capaces de hacer inteligible la vida mental de los individuos las atribuciones mentalistas en las que la noción de persona es ineliminable.

Creemos que esta interpretación de la distinción no es adecuada en virtud del proyecto general dennettiano, mencionado al comienzo de este apartado, de cerrar la brecha entre los discursos mentalista y fisicalista. Es cierto que Dennett señala que la distinción personal-subpersonal no es nueva sino que ya estaba presente en Ryle y Wittgenstein, quienes ciertamente defendían una autonomía del nivel personal. Pero, justamente, la motivación de Dennett en este punto es discutir esta postura advirtiendo que hay más para la explicación mentalista de lo que Ryle y Wittgenstein permitían. La propuesta de Dennett es un intento por relacionar los ámbitos discursivos mentalista y fisicalista. Como tal, sostiene que hay relaciones a ser establecidas entre ambos ámbitos, de manera que ante la opción entre, por un lado, los defensores de la autonomía del nivel personal que consideran que las atribuciones mentalistas están sujetas a un análisis conceptual en términos mentalistas y, por otro lado, los defensores de la autonomía subpersonal (como podría entenderse a los teóricos de la identidad) que consideran que las atribuciones mentalistas responden a una explicación puramente fisicalista, habría una tercera opción que permitiría dar cuenta de la verdad de las atribuciones mentalistas en términos de procesos cerebrales que portan información.

2. La distinción en Dennett 1987

En su libro *The Intentional Stance* (especialmente en “Three Kinds of Intentional Psychology”), Dennett está nuevamente preocupado por conectar el ámbito conceptual con el ámbito causal, y señala, de la misma manera que en 1969 (p. 95), que Ryle estuvo en lo correcto al distinguir los dos planos, pero estuvo errado al considerar que pretender unirlos lleva a un error categorial. Dennett parte del fenómeno de la psicología de sentido común, es decir, de nuestro lenguaje mentalista ordinario en términos del cual nos comprendemos unos a los otros

como personas, y señala, en el seno de esta primera “teoría psicológica intencional”, la existencia de una cierta ambigüedad a la hora de determinar el estatus de los estados postulados por ella, a saber, deseos, creencias, y otros estados intencionales similares. Esta ambigüedad le permite distinguir otras dos teorías psicológicas: denomina a la primera “teoría pura de los sistemas intencionales” y a la segunda “psicología cognitiva subpersonal”.

La teoría pura de los sistemas intencionales -que es de carácter científico y se solapa con disciplinas como la teoría de la decisión racional y la teoría de juegos- es una teoría abstracta, normativa y formulada en términos intencionales. Los rasgos centrales de esta teoría son los siguientes: 1) “El *sujeto* de todas las atribuciones es la totalidad del sistema (la persona, el animal o hasta la corporación o nación...) más que cualquiera de sus partes” (p. 58), 2) las atribuciones de estados intencionales no son posibles aisladamente, sino que exhiben un carácter holista, 3) la interpretación de los otros (y de uno mismo) como un sistema intencional está regida por principios normativos específicos, del siguiente tipo: (3.1) las creencias de un sistema son aquellas que *debe tener* dadas sus capacidades perceptivas, sus necesidades epistémicas y su biografía; (3.2) los deseos de un sistema son aquellos que *debe tener* dadas sus necesidades biológicas, y los medios más razonables para satisfacerlas; (3.3) las conductas del sistema consistirán en aquellos actos que *sería racional realizar* para un agente con las creencias y deseos a él atribuidas (en resumen: principios de racionalidad tanto doxástica como práctica, de caridad, de consistencia lógica, etc.)

El objetivo de la psicología cognitiva subpersonal es tratar de explicar cómo es que surge la semántica a partir de la sintaxis del cerebro o, en otras palabras, cómo es posible atribuir estados intencionales a una máquina sintáctica. La respuesta de Dennett es que la única manera de resolver este problema es mostrando cómo funciona la máquina de tal manera de realizar actividades que parecen ser semánticas, esto es actividades que son susceptibles de ser interpretadas como intencionales, con contenido.¹

En esta propuesta del '87 hay dos criterios de distinción entre el nivel personal y el subpersonal: el criterio del sujeto de atribución de los estados (la persona como un todo vs. el cerebro y sus partes) y los principios normativos que rigen la atribución (holista) de contenido. Si bien es cierto que en ambos niveles hay estados con contenido, Dennett no sostiene, y conjeturamos que debería negar, que sean estrictamente hablando los mismos principios normativos los que rigen ambos dominios. Así, no parece haber diferencias sustanciales con la propuesta del '69, si bien en ella se hace una referencia a la distinción entre lo mecánico y lo no-

¹ Es importante destacar aquí que Dennett, en otros trabajos, rechaza la distinción entre intencionalidad intrínseca y derivada, y afirma que toda la intencionalidad es “como-si”.

mecánico que es dejada de lado en este segundo período. Creemos que la razón por la que apeló a este criterio para establecer la distinción es que el ejemplo del dolor es un ejemplo poco feliz. Parece bastante plausible suponer que hay procesos mecánicos, sin contenido, entre los realizadores del dolor, pero no parece esto plausible si se trata de actitudes proposicionales. De haber utilizado Dennett ejemplos de estas últimas, hubiera hecho explícito en los pasajes donde presenta la distinción que nos ocupa, la idea de que algunos estados del cerebro tienen contenido, tal como afirma explícitamente en otros pasajes de 1969, como el citado en §1.

En cuanto a la relación entre los niveles, Dennett profetiza que el progreso en la psicología cognitiva subpersonal borrarán los límites entre ella y la teoría intencional de manera que se entretrejerán del modo en que lo hicieron la física y la química (por ejemplo, cuando la teoría de las valencias tuvo una explicación microfísica). Este entretrejo consiste en una doble tarea. Por un lado, trabajar hacia una explicación de los fundamentos fisiológicos de los procesos psicológicos mostrando cómo el cerebro *implementa* las especificaciones de ejecución intencionalmente caracterizadas. Por otro lado, “mostrar cómo un sistema descrito en términos fisiológicos podría *garantizar* una interpretación como sistema intencional realizado” (p. 68, nuestro énfasis).

Esta relación entre ambos niveles no es más que la propuesta en Dennett 1969. Allí, se proponía tanto especificar las condiciones que hacen posible la atribución de intencionalidad a un sistema como dar cuenta de cómo estas atribuciones se implementan en un sistema físico. Dennett 1969 proponía que la teoría científica tenía que comenzar con la caracterización intencional para luego encontrar una base física adecuada de manera de que sea posible la “reducción” de las oraciones intencionales a las extensionales, lo que es lo mismo que dar cuenta de la implementación de lo intencional en lo físico. La idea sigue siendo no identificar partes del discurso mentalista con partes del fisicalista porque hay muchas maneras diferentes de hablar en el discurso mental y muchos fenómenos diferentes en el cerebro (Dennett 1969, p. 96).

3. La distinción en Dennett 1991

Tal como dijimos, Dennett 1987 propone delimitar tres tipos de psicología intencional y sostiene que la teoría pura de los sistemas intencionales y la psicología cognitiva subpersonal, que son de carácter científico, en un futuro no muy lejano, podrían llegar a fusionarse tal como ocurrió, sostiene, con la física y la química. En nuestra opinión, su libro *Consciousness Explained* es un intento por

cumplir con esta profecía. Un hecho que respalda nuestra interpretación es que la distinción personal-subpersonal no es explícitamente tratada en ninguna parte del libro, de manera que resulta difícil encontrar criterios para la distinción que nos ocupa, aunque eso no significa que la distinción no pueda seguir siendo trazada en principio.

Recordemos brevemente la propuesta de Dennett 1991.² Dennett pretende explicar los múltiples fenómenos que constituyen la conciencia, por ejemplo que podamos producir habla significativa, nuestra capacidad para describir lo que sentimos al probar un cierto vino, el carácter serial de nuestra conciencia, la posibilidad de enfocar nuestra atención en ciertos fenómenos e ignorar otros del medio, etc. Para explicar estos fenómenos, parte de la información disponible acerca del funcionamiento del cerebro, y de su evolución, así como de diversas teorías psicológicas bien establecidas. El punto de partida es considerar al cerebro como una máquina que procesa en paralelo información proveniente del medio. Así, en cada instante hay múltiples contenidos (esto es, estados que portan información) conviviendo en él. Por otra parte, los estados con contenido conciente exhiben un carácter serial, es decir, nuestra conciencia tiene el carácter de un flujo, de una “máquina joyceana”. Esta serie, de alguna manera parece estar constituida por un subconjunto de aquellos estados que conviven en el cerebro.

Contra la explicación clásica que sostiene que el pasaje de los contenidos inconcientes a los concientes se da al pasar por un punto del cerebro, la glándula pineal por ejemplo, o un punto de la mente, a saber, el “ojo” de la mente, Dennett afirma que no hay tal punto o lugar de la mente o cerebro que transforme lo inconciente en conciente, sino que la conciencia de algunos de estos estados depende más bien de haber adquirido un rol más dominante, un nivel de control más preponderante de la conducta, de la memoria, etc., rol que puede durar un tiempo efímero. Dicho en otros términos, no hay una distinción cualitativa entre contenidos concientes e inconcientes, sino una mayor o menor integración inferencial de la que participan los contenidos (así podríamos denominar más técnicamente a esta capacidad de control sobre otros subsistemas -motor, memoria, etc.).

² El libro no pretende ser una exposición precisa y acabada de la arquitectura de la mente humana, más bien Dennett se propone ofrecer un conjunto de metáforas para explicar la conciencia, que sirvan para desarrollar un nuevo esquema conceptual que reemplace al actual, esquema que ha sido generado a partir de otras metáforas y que origina los caminos sin salida actuales en los que se encuentran la mayoría de los autores que pretenden explicar la conciencia. Así, Dennett propone eliminar el “teatro cartesiano”, el “testigo”, el “significador central”, y reemplazarlos por el “software”, las “máquinas virtuales”, el “modelo de versiones múltiples” y el “pandemonium de homúnculos”.

Parece bastante razonable sostener que los estados con contenido no conciente de los que habla Dennett resultan ser estados subpersonales. Cumplen con tres rasgos que en general se atribuye a los estados subpersonales o subdoxásticos (cf. Stich 1978): 1) portan información, 2) son inconcientes, y 3) están limitados inferencialmente. El carácter conciente es identificado por Dennett con su mayor promiscuidad inferencial, por lo que, en sentido estricto, sería sólo este tercer rasgo el que distingue lo subpersonal de lo personal. Es importante notar que el primero de estos rasgos es compartido por los estados subpersonales y por los personales, y que, si bien los principios normativos que rigen la atribución de contenido en el caso de los estados personales podrían no ser los mismos principios que en el caso de los estados subpersonales, sin embargo, para Dennett en ambos casos se trata de una intencionalidad “como-si”, de una intencionalidad puesta por el ojo del atributor, y regida por principios normativos atendiendo a patrones reales de conducta.

4. Conclusiones

En este trabajo nos propusimos mostrar cuáles son los distintos criterios de la distinción entre el nivel personal y el nivel subpersonal en tres momentos diferentes de la obra de Dennett: 1969, 1987 y 1991, las razones por las cuales la utilización de estos criterios llevaron a pensar que Dennett modificó la formulación, y las razones por las cuales creemos, sin embargo, que hay una continuidad en la obra de Dennett, tanto en la concepción de la distinción como en el rol que le asigna.

Con respecto a los criterios, a lo largo de la obra de Dennett hemos encontrado los siguientes: (a) mecánico vs. no mecánico, (b) sujeto de la atribución (persona vs. cerebro), (c) estados con contenido vs. sin contenido, (d) diferentes principios normativos, (e) conciente vs. inconciente, y (f) diferentes grados de integración inferencial. Hemos dado las razones por las cuales creemos que los criterios que operan efectivamente en la distinción son el (b), (d) y (f). También hemos señalado que las razones que llevaron a creer que hubo un cambio en la concepción de la distinción dependen del énfasis en la herencia anti-cartesiana y anti-materialista de Wittgenstein y Ryle que se encuentra en Dennett, en desmedro de su proyecto naturalista. Una vez que se pone de manifiesto la incompatibilidad de esta interpretación con el proyecto naturalista integrador que subyace a lo largo de su obra, queda claro que la concepción dennettiana de la distinción ha sido siempre la misma dado que cumple el mismo rol *integrador* a lo

largo de toda su obra: establecer una correlación explicativa entre el lenguaje fisicalista y el lenguaje mentalista que los preserve a ambos.

Referencias

- Dennett, D. (1969) *Content and Consciousness*, London: Routledge & Kegan Paul
- Dennett, D. (1987) "Three Kinds of Intentional Psychology", *The Intentional Stance*, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 43-68.
- Dennett, D. (1991) *Consciousness Explained*, London: Penguin Books.
- Hornsby, J. (2000) "Personal and Subpersonal. A Defense of Dennett's Early Distinction", *Philosophical Explorations* 1, 6-24.
- Stich, S. (1978) "Beliefs and Subdoxastic States", *Philosophy of Science*, 45, 499-518.

Redução de estado na física quântica: amplificação ou consciência?

Oswaldo Pessoa Jr.[†]

Depto. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo

O presente trabalho é um breve estudo do problema do “colapso” ou “redução de estado”, na física quântica. Aceitando que se possa tratar desse conceito como um processo real, faz-se uma distinção entre duas classes de interpretações. A classe *objetivista* vê na amplificação uma condição suficiente para o colapso, ao passo que a classe do *observador quântico* nega isso. Com relação à primeira classe, discutiremos duas posições pouco exploradas na literatura recente, apresentando um experimento factível que examina se o colapso poderia ocorrer na interação com placas detectoras. Na segunda classe, incluímos a interpretação subjetivista de London & Bauer e a dos muitos mundos de Everett. Essas duas classes não podem ser ambas consideradas verdadeiras, pois existe um experimento para o qual elas prevêem resultados diferentes, apesar de tal experimento não ser factível. Ao final, discute-se brevemente a relevância para esta discussão da pesquisa com superposições macroscópicas.

1. Superposição e colapso

Um traço essencial da teoria quântica é a conciliação entre aspectos contínuos (ondulatórios) e discretos (corpusculares) para a matéria. A maneira exata pela qual esta conciliação é feita depende da “interpretação” adotada. Para fins didáticos, podemos adotar uma dessas interpretações e exprimir por meio de imagens o que se entende por “superposição” e por “colapso”.

[†] opessoa@usp.br. Depto. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo. Av. Prof. Luciano Gualberto, 315, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil.

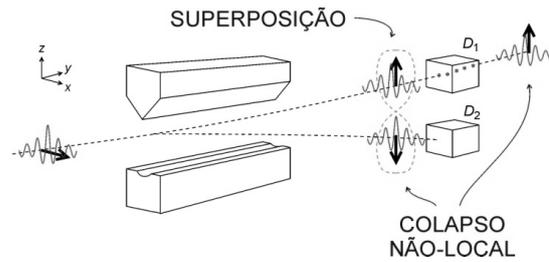


Figura 1:
Superposição e
colapso no
experimento de
Stern-Gerlach.

Considere a Fig. 1, que representa um átomo por meio de um pacote de ondas e por uma flechinha, que indica seu momento angular (que chamaremos simplificada de “spin”). Vindo da esquerda, com o spin na direção $+x$, o átomo passa por ímãs de Stern-Gerlach, decompondo-se em dois componentes que estão em “superposição quântica”, com spins na direção $+z$ e $-z$, antes de incidir nos detectores D_1 e D_2 . Isso implica que a probabilidade de detecção em cada trajetória possível é $\frac{1}{2}$. Quando a detecção finalmente ocorre, o átomo é observado em apenas um dos detectores, no caso D_1 . A descrição quântica, após a medição, não envolve mais um termo de superposição com a amplitude que rumava para D_2 . O desaparecimento deste componente se chama “colapso” ou “redução de estado”. Esse desaparecimento do componente em D_2 devido à detecção em D_1 ocorreria de maneira praticamente instantânea mesmo que os detectores estivessem separados a distâncias imensas, de maneira que se diz que o colapso é “não-local”.

Por que é necessário supor que os estados quânticos se encontrem em superposições de termos separados no espaço? Não se pode supor que a “escolha” entre os caminhos 1 e 2 já é feita ao sair dos ímãs, no estágio às vezes chamado de “análise” dos feixes? A resposta é negativa, por causa da possibilidade de *recombinar* os feixes.

Considere a Fig. 2, nos quais os detectores da figura anterior são removidos. Na parte de cima (Fig. 2a), o feixe atômico é recombinado em um segundo ímã de Stern-Gerlach, e o estado original é obtido, com o spin apontando na direção $+x$. Neste caso não ocorreu colapso em instante algum. Já na parte de baixo da figura (Fig. 2b), supõe-se que o átomo já escolheu uma de suas trajetórias possíveis, o que equivaleria a dizer que ocorreu um colapso. Neste caso, a recombinação dos feixes leva a um estado final *diferente* do inicial (com spin na direção $+z$). No entanto, ao se realizar na prática o experimento de recombinação, observa-se a recuperação do estado inicial (Fig. 2a). Assim, é *necessário* supor que o sistema quântico está numa superposição *antes* que ocorra qualquer medição.

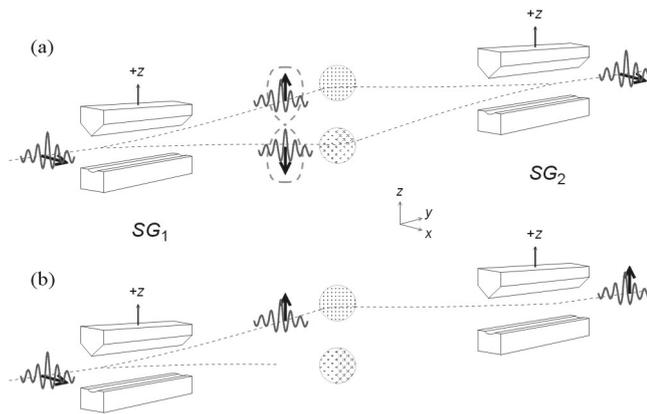


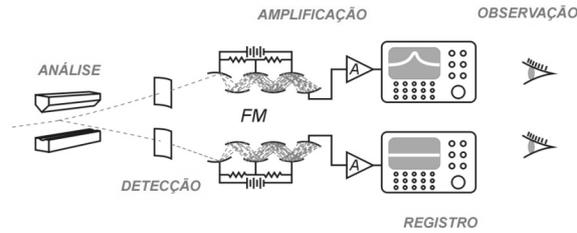
Figura 2:
 Experimento de recombinação para distinguir situações com e sem colapso.

2. A causa do colapso: visão objetivista

Vamos supor que a descrição que foi feita do colapso corresponda a algo que ocorre na realidade. Esta tese realista não é aceita por importantes interpretações da teoria quântica, como a maioria das visões ortodoxas e a interpretação dos “ensembles” estatísticos (Pessoa 2005). Mas supondo que faça sentido referir-nos a um colapso como um processo real, a pergunta que se coloca é *em que estágio do processo de medição ocorre o colapso?*

A Fig. 3 ilustra as possibilidades. Em primeiro lugar, já argumentamos que na *análise* dos feixes pelo imã de Stern-Gerlach não pode ocorrer colapso, pois um experimento de recombinação leva ao estado inicial. Outra possibilidade é que o colapso ocorra na interação do átomo com o *detector* (antes da amplificação), aqui representado por finas placas metálicas. Se o átomo incide em uma destas placas, um elétron é liberado, e este é submetido a um processo de *amplificação*. Uma fotomultiplicadora (*FM*) ou outro equipamento mais moderno transforma uma corrente de um elétron em uma corrente de um milhão de elétrons. Para realizar este feito, é preciso fornecer energia ao sistema. Será que é esta a etapa na qual ocorre o colapso? Uma amplificação adicional (*A*) leva finalmente a um *registro* macroscópico, na figura representado pela tela de um osciloscópio. Por fim, um ser consciente *observa* o fenômeno e, ao final de toda esta cadeia, temos a certeza de que o átomo se localiza em apenas um dos caminhos. Em que etapa ocorre o colapso?

Figura 3:
Etapas no
processo de
medição.



Podem-se dividir as respostas a esta pergunta em duas classes. A primeira, de carácter *objetivista*, defende que a realização de uma amplificação é condição suficiente para a ocorrência do colapso. Isso é consistente com a interpretação que considera que o registro macroscópico irreversível é suficiente para caracterizar o colapso. Uma subclasse dessas posições objetivistas defende que o colapso é anterior à amplificação, que ele se dá na interação do objeto quântico com a placa detectora. Examinaremos a classe objetivista nas seções 4 e 5.

3. Colapso segundo as visões do observador quântico

Uma segunda classe de respostas à questão considerada – em que etapa ocorre o colapso? – envolve interpretações que negam que a amplificação seja suficiente para a ocorrência do colapso. Isso leva a um envolvimento direto da consciência do observador no mundo quântico, de forma que chamaremos esta classe de teorias do *observador quântico*. Interpretações subjetivistas (London & Bauer, 1939) defendem que o colapso ocorre apenas quando um ser consciente observa o fenômeno. Apesar de tal solução ser radical, não há um experimento factível que a refute (para um exame geral das teses subjetivistas na teoria quântica, ver Pessoa, 2001).

Outra visão pertencente a esta classe é a interpretação dos muitos mundos de Everett (1957), retomada por DeWitt (1970), e bastante popular nas últimas duas décadas. Segundo esta visão, chamada originalmente de interpretação dos “estados relativos”, o universo como um todo é descrito por uma grande função de onda, que evolui linearmente, sem reduções de estado. Em consequência, ela considera que *os próprios seres humanos, durante uma medição quântica, entram em superposição*. Cada “ramo” desta superposição corresponderia a um resultado da medição quântica, e a memória do ser humano, em cada ramo, não teria acesso às memórias dos outros ramos. Assim, em cada ramo, o ser humano teria a ilusão

de que apenas *um* resultado de medição se produziu, e diria que tal resultado surgiu após uma “redução” do estado quântico. Mas, na verdade, ele teria entrado numa superposição macroscópica, e nenhuma redução de fato teria ocorrido: esta seria apenas uma aparência.

Admitindo que a interpretação dos muitos mundos dê conta das frequências relativas observadas em medições quânticas e que ela seja empiricamente adequada (já que o experimento-de-pensamento mencionado acima não é factível), a crítica filosófica mais usual que se faz é que ela complicaria desnecessariamente a ontologia da teoria quântica, postulando infinitudes de universos paralelos, o que violaria o preceito de simplicidade da “navalha de Ockham”. Outras críticas são discutidas por Barrett (1999, pp. 154-79).

Dentre essas críticas, o argumento que parece mais relevante é de natureza epistemológica (Shimony, 1986, pp.160-1). Qual é a evidência empírica que sustenta a teoria quântica dos estados puros (ou seja, deixando de lado o formalismo dos operadores de densidade)? São experimentos realizados em sistemas microscópicos, com *uma* partícula em superposição ou com *poucas* partículas emaranhadas. É este domínio de aplicação que corroborou a teoria quântica, incluindo o postulado da projeção que descreve a redução de estado. Qual seria então a justificativa para que a interpretação dos muitos mundos estendesse a teoria para o universo como um todo? Ou seja, qual a justificativa para sustentar que a teoria quântica (de estados puros) é universal? É lícito pretender que a teoria quântica (de estados puros) se aplique a todos os corpos do universo, só porque ela é a melhor teoria disponível para o domínio restrito de sistemas microscópicos?

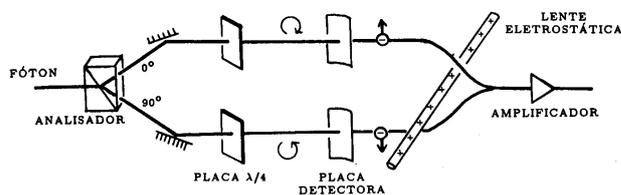
4. Teste de que o colapso ocorre na detecção

Na primeira classe de interpretações para o colapso, que chamamos “objetivistas”, mencionamos a posição que defende a tese de que o colapso ocorra na interação do objeto quântico com a placa detectora, antes de qualquer amplificação. Essa possibilidade foi defendida por Machida & Namiki (1980) e poderia talvez ser sustentada a partir das propriedades coletivas dos elétrons nas placas detectoras, e de seu possível acoplamento com o ambiente.

Em princípio, é possível realizar um experimento para testar esta hipótese (Pessoa 1992, pp. 206-7). Considere um feixe de luz que incide em um prisma birrefringente, e é separado em componentes polarizados ortogonalmente a 0° e a 90° (Fig. 4). O experimento com luz é análogo ao experimento de Stern-Gerlach visto anteriormente, e podemos considerar cada “fóton” propagando individualmente (não entraremos aqui na discussão sobre o que seria um fóton). Placas de $\frac{1}{4}$ de onda fazem com que os fótons adquiram uma polarização circular.

Ao incidir sobre as placas detectoras, cada fóton é absorvido por um elétron, que é então ejetado. De acordo com o “efeito Fano” previsto em 1969 (ver Kessler, 1985, pp. 14-6), existe uma correlação entre o sentido de polarização circular do fóton incidente e o spin do elétron ejetado, que pode estar na direção $+z$ ou $-z$. Se fosse possível recombinar os elétrons ejetados em cada canal (usando um campo elétrico apropriado) e medir o spin final, poder-se-ia determinar se o estado final do elétron é uma superposição dos estados na direção z (significando que não houve colapso) ou se está em uma das direções $+z$ ou $-z$ (sugerindo que houve colapso). A primeira possibilidade, indicando que não houve colapso na interação com a placa detectora, refutaria a hipótese de Machida-Namiki. Já a segunda possibilidade seria menos conclusiva, pois poderia ser explicada tanto pela ocorrência de um colapso quanto por imprecisões experimentais. As dificuldades em se recombinar elétrons ejetados e medir seu spin parecem inviabilizar esta proposta específica de experimento, mas talvez seja possível modificar o arranjo de maneira adequada para investigar o efeito.

*Figura 4:
Experimento
para testar se o
colapso ocorre
na interação
com placas
detectoras.*



5. Amplificação como condição suficiente para o colapso

Supondo que o colapso não ocorre na mera interação com uma placa metálica e ejeção de um elétron, surge a questão de se a amplificação provoca o colapso. Nas décadas de 50 e 60, surgiu a hipótese de que a amplificação, vista como um processo termodinâmico irreversível, seria condição necessária e suficiente para a ocorrência de um colapso (Ludwig, 1954). O trabalho de Daneri, Loinger & Prosperi (1962) levou adiante o programa de Ludwig de descrição deste processo, e na discussão subsequente apontou-se explicitamente a amplificação como processo chave para a ocorrência do colapso. Tausk (1966) e Jauch, Wigner & Yanase (1967), porém, apresentaram um problema para essa interpretação, baseado na noção de “experimento de resultado nulo”, de Renninger (1960).

Considere a Fig. 5, no qual há um detector em apenas um dos caminhos possíveis do átomo. Antes de atingir o detector, o objeto quântico está em estado de superposição, mas ao atingir o equipamento, o colapso ocorrerá ou para um caminho ou para outro. Suponha que o colapso ocorra para o caminho em que *não* há detector (situação representada na figura). Neste caso, claramente, não houve amplificação, pois o átomo não transferiu energia para o detector. Assim, é possível haver colapso sem amplificação, ou seja, a amplificação não é condição *necessária* para haver colapso. Essa crítica prejudicou a aceitação do modelo de Daneri et al., mas eles puderam se defender mostrando que seu formalismo não exigia a amplificação, mas apenas o acoplamento do objeto quântico com os detectores (Loinger, 1968). Ou seja, acabaram adotando uma posição semelhante à proposta posterior de Machida & Namiki, segundo a qual o importante é o estágio da detecção, anterior à amplificação.

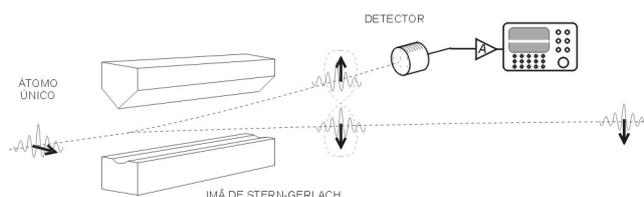


Figura 5:
Experimento
de resultado
nulo.

Visto que a amplificação não é condição necessária para o colapso, seria ela uma condição *suficiente*? Uma motivação para esta tese é que a amplificação sempre envolve um acoplamento com uma fonte externa de energia, e que isso então poderia ser suficiente para destruir qualquer coerência da função de onda do objeto quântico. No entanto, por si só, tal argumento tem força limitada, já que perda de coerência não implica colapso, e já que se pode incluir a fonte de energia em um sistema fechado mais amplo (para uma discussão desses dois pontos, ver Pessoa, 1998).

6. Um experimento-de-pensamento

Uma consequência da tese de que a amplificação é condição suficiente para a redução é que *aparelhos de medição usuais não entram em superposições* (de estados macroscopicamente distinguíveis), ao contrário do que defendem as interpretações subjetivista e dos muitos mundos. Isso sugere um experimento-de-pensamento para distinguir essas duas classes de interpretações sobre o colapso.

Considere um experimento de interferência em que se tenta colocar um aparelho macroscópico em um estado de superposição. O próprio Everett (1973) considerou, de passagem, essa possibilidade. A montagem seria semelhante àquelas representadas nas Figs. 2a e 4, só que a recombinação seria realizada *depois* de a amplificação ter sido efetuada. Ter-se-ia que realizar uma interferência entre duas correntes macroscópicas, ou entre dois osciloscópios macroscópicos! Além disso, ter-se-ia que evitar o acoplamento do sistema com o ambiente, ou seja, seria preciso isolar o sistema (incluindo a fonte de energia para a amplificação) do ambiente, o que é impraticável para corpos macroscópicos (Zeh, 1970). Se a redução ocorre antes ou durante a amplificação, está claro que não se poderia observar um efeito de interferência. Por outro lado, se as interpretações subjetivista e dos muitos mundos estiverem corretas, poderia haver interferência.

Temos assim um experimento-de-pensamento, não factível, que serve para distinguir duas classes de teorias sobre o colapso. Em outras palavras, essas duas classes de teorias (objetivista e do observador quântico) não podem ser ambas verdadeiras, no sentido da concepção da verdade por correspondência. (Por outro lado, pode-se também afirmar que as interpretações subjetivista e a dos muitos mundos não podem ser ambas verdadeiras, já que a primeira nega que um ser humano possa estar em um estado de superposição de componentes macroscopicamente distinguíveis, ao passo que a segunda afirma isso.)

Outro ponto a ser levantado com relação a esta discussão envolve o chamado “macrorealismo” (Leggett, 2002), a tese de que não podem existir superposições macroscópicas. A evidência parece apontar para uma negação do macrorealismo, ou seja, superposições macroscópicas, tipo “gatos de Schrödinger”, são possíveis, desde que condições satisfatórias de isolamento sejam implementadas (ver Leggett, 2002, pp. 438-46). Aceitaremos esta possibilidade em nossa discussão. A classe de visões do observador quântico (ou seja, as interpretações subjetivista e de Everett) obviamente aceita superposições macroscópicas. A classe objetivista, por seu turno, apenas nega que tais estados sejam possíveis após a ocorrência do processo de amplificação, que ocorre em medições quânticas usuais. A obtenção de superposições macroscópicas envolveria procedimentos experimentais diferentes da amplificação com fontes de energia externa, usadas em medições quânticas.

7. Conclusões

A finalidade deste artigo foi colocar novamente em pauta o problema do colapso na teoria quântica. Deixando de lado um exame de todas as posições da literatura, concentramo-nos em visões realistas que associam o colapso a uma etapa específica do processo de medição. Dentre essas, duas classes de

interpretações são distinguíveis a partir de um experimento-de-pensamento não factível, descrito na seção 6. A classe objetivista tem recebido pouca atenção na literatura recente, mas suas afirmações merecem ser investigadas, especialmente porque suas teses parecem ser testáveis experimentalmente, conforme indicado na seção 4. Há também a questão de conciliar sua visão com a possibilidade de construção de superposições macroscópicas, ou seja, é preciso esclarecer as diferenças entre o processo de amplificação realizado em medições quânticas usuais e aquele usado na construção de superposições macroscópicas. Do lado das visões do observador quântico (subjetivismo e muitos mundos), as críticas mais fortes são de natureza epistemológica, já que sua interpretação pode ser considerada empiricamente adequada. No entanto, experimentos como o mencionado na seção 4 podem um dia levar a uma derrocada empírica de tais interpretações.

Referências bibliográficas

- Barrett, J.A. (1999), *The Quantum Mechanics of Minds and Worlds*, Oxford: Oxford University Press.
- Daneri, A., Loinger, A. & Prosperi, G.M. (1962), “Quantum Theory of Measurement and Ergodicity Conditions”, *Nuclear Physics* 33, 297-319.
- DeWitt, B.S. (1970), “Quantum Mechanics and Reality”, *Physics Today* 23 (Sept.), 30-35.
- Everett III, H. (1957), “Relative State Formulation of Quantum Mechanics”, *Reviews of Modern Physics* 29, 454-462.
- Everett III, H. (1973), “The Theory of the Universal Wave Function”, in De Witt, B.S. & Graham, N. (eds.), *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press, pp. 3-140.
- Jauch, J.M., Wigner, E.P. & Yanase, M.M. (1967), “Some Comments concerning Measurements in Quantum Mechanics”, *Il Nuovo Cimento* 48 B, 144-151.
- Kessler, J. (1985), *Polarized Electrons*, 2ª ed., Berlin: Springer.
- Leggett, A.J. (2002), “Testing the Limits of Quantum Mechanics: Motivation, State of Play, Prospects”, *Journal of Physics: Condensed Matter* 14, R415-R451.
- Loinger, A. (1968), “Comments on a Recent Paper Concerning Measurements in Quantum Mechanics”, *Nuclear Physics* 108, 245-9.
- London, F. & Bauer, E. (1939), *La Théorie de l’Observation em Mécanique Quantique*, Paris: Hermann.
- Ludwig, G. (1954), *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlin: Springer-Verlag.

- Machida, S. & Namiki, M. (1980), "Theory of Measurement in Quantum Mechanics - Mechanism of Reduction of Wave Packet. I. II.", *Progress in Theoretical Physics* 63, 1457-73, 1833-47.
- Pessoa Jr., O. (1992), "O Problema da Medição em Mecânica Quântica: um Exame Atualizado", *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (série 3) 2, 41-81.
- Pessoa Jr., O. (1998), "How can the Decoherence Approach Help to Solve the Measurement Problem?", *Synthese* 113, 323-46.
- Pessoa Jr., O. (2001), "O Sujeito na Física Quântica", em Oliveira, E.C. (org.), *Epistemologia, Lógica e Filosofia da Linguagem – Ensaios de Filosofia Contemporânea*, Núcleo de Estudos Filosóficos – UEFS, Feira de Santana, pp. 157-96.
- Pessoa Jr., O. (2005), "Mapa das Interpretações da Teoria Quântica", a sair em Martins, R.A.; Boido, G. & Rodríguez, V. (orgs.), *Filosofía y Historia de la Física*, AFHIC, Buenos Aires.
- Renninger, M. (1960), "Messungen ohne Störung des Messobjekts", *Zeitschrift für Physik* 158, 417-21.
- Shimony, A. (1993), "Events and Processes in the Quantum World", in Shimony, A., *Search for a Naturalistic World View*, vol. II, Cambridge University Press, pp. 140-62.
- Tausk, K.S. (1966), "Relation of Measurement with Ergodicity, Macroscopic Systems, Information and Conservation Laws", Trieste: International Atomic Energy Agency, Internal Report 14/1966.
- Zeh (1970), "On the Interpretation of Measurement in Quantum Theory", *Foundations of Physics* 1, 69-76.

Carnap, a História da Filosofia e a Filosofia Científica

José Carlos Pinto de Oliveira†
Departamento de Filosofia - IFCH
Universidade Estadual de Campinas – Brasil

Os autores que chamo de revisionistas (como Michael Friedman, John Earman e George Reisch) defendem a tese de que há uma compatibilidade entre as filosofias da ciência de Carnap e de Kuhn e têm pinçado passagens em seu apoio de várias obras de Carnap. Em artigo anterior, “Carnap e o revisionismo: alguns aspectos críticos” (publicado nos anais do III Encontro da AFHIC), discuti o artigo “Truth and Confirmation”, procurando situá-lo no contexto da obra de Carnap.

No presente trabalho, dedico-me a considerar *preliminarmente* o texto “Empiricism, Semantics and Ontology”, com o mesmo propósito de submetê-lo a uma análise contextual, e mostrar também com respeito a ele “que o quebra-cabeça montado pelos revisionistas deixa de lado, inadvertidamente, algumas peças que deveriam estar presentes a fim de compor um quadro teórica e historicamente consistente da obra de Carnap”. (Oliveira 2004, p. 232)

Como ocorre com “Truth and Confirmation”, o artigo “Empiricism, Semantics and Ontology” é um dos textos de Carnap mais freqüentemente citados pelos revisionistas em favor de sua tese. A vinculação entre tal texto de Carnap e *The Structure of Scientific Revolutions* de Kuhn, no interesse da tese revisionista, parece muito bem resumida por Friedman em “On the Sociology of Scientific Knowledge and its Philosophical Agenda”:

De fato, essa distinção carnapiana entre questões internas e externas é intimamente análoga à distinção kuhniana fundamental entre ciência normal e revolucionária. Assim, as atividades de ‘resolução de quebra-cabeças’ da ciência normal processam-se tendo como pano de fundo um paradigma geralmente aceito e compartilhado que define, de modo relativamente aproblemático, o que poderia contar como uma solução ‘correta’ ou ‘incorreta’. Em situações revolucionárias, ao contrário, o próprio quadro de fundo, o único que pode definir tal ‘correção’ está ele mesmo em questão. Essa é a razão por que a ciência revolucionária, para Kuhn, oferece um desafio particularmente agudo àquilo que considera a concepção filosófica tradicional da racionalidade da ciência. Pois é precisamente neste caso –

† jcpinto@unicamp.br

onde nos confrontamos com uma escolha entre paradigmas científicos concorrentes – que os padrões de racionalidade e validade de amplo espectro estão inteiramente comprometidos. Então, o ideal tradicional de racionalidade científica deve aqui evidentemente dar lugar a fatores não-racionais na explicação do novo consenso que emerge. É, portanto, duplamente irônico que este colapso kuhniano da noção tradicional de padrões universais de racionalidade estivesse já claramente prefigurado no desenvolvimento da própria tradição filosófica, tal com essa tradição evoluiu desde o universalismo ‘transcendental’ de Kant até *a noção explicitamente relativizada de racionalidade, característica da obra de Rudolf Carnap* (Friedman 1998, pp. 249-250, grifo meu).

No que se segue, discuto a posição de Carnap com respeito à história da filosofia, tal como revelada em um texto publicado em 1963, e sustento que ela é inconsistente com a leitura revisionista da “obra madura” de Carnap. Para isso, procuro mostrar na seção 1 que a posição de Carnap, embora exposta explicitamente apenas nesse texto sumário, é plenamente compartilhada, por exemplo, por Reichenbach. E, além disso, como procuro mostrar na seção 2, de modo ruinoso para a tese revisionista, ela é inteiramente consistente e articulada com o propósito originário do projeto do positivismo lógico de desenvolver uma filosofia científica.

1. Carnap, Reichenbach e a História da Filosofia

Em sua *Autobiografia Intelectual*, publicada no volume editado por Schilpp em 1963, Carnap escreve:

Para ser mais concreto, eu gostaria de fazer algumas observações a respeito do estado da filosofia no lugar onde passei a maior parte do meu tempo e onde o pude observar mais atentamente, o Departamento de Filosofia da Universidade de Chicago. (...) Nesse Departamento, dava-se grande ênfase à história da filosofia. (...) A atitude metodológica diante da história da filosofia que os estudantes aprendiam era caracterizada por um exaustivo estudo das fontes e pela ênfase na exigência de que a doutrina de um filósofo deve ser entendida de modo imanente, isto é, do ponto de vista do próprio filósofo, uma vez que uma crítica vinda de fora não faria justiça à sua singularidade e ao lugar por ele ocupado no desenvolvimento histórico. Essa educação, visando a uma atitude neutra e cuidadosa em história, parecia-me útil e adequada para o propósito dos estudos históricos, mas não suficiente para um treinamento para a filosofia em si mesma. *O trabalho da história da filosofia não é essencialmente diferente do trabalho da história*

da ciência. O historiador da ciência fornece não apenas uma descrição das teorias científicas, mas também um julgamento crítico delas do ponto de vista de nosso atual conhecimento científico. Penso que o mesmo deveria ser exigido na história da filosofia. Esse ponto de vista se baseia na convicção de que na filosofia, não menos do que na ciência, existe a possibilidade de uma visão cumulativa e, portanto, de progresso no conhecimento. Evidentemente, essa perspectiva seria rejeitada pelo historicismo em sua forma pura (Schilpp 1963, p. 41, grifo meu).

Como se sabe, Kuhn admite progresso cumulativo na ciência, bem como na filosofia (em seus bolsões normais). Escreve, por exemplo, que quem “argumenta que a Filosofia não progrediu, sublinha o fato de que ainda existam aristotélicos e não que o aristotelismo tenha estagnado” (Kuhn 1975, pp. 204-5). Mas recusa a cumulatividade nos episódios que culminam em revoluções científicas. Quanto a Carnap, cabe perguntar se ele não estaria defendendo aí as teses da ‘velha historiografia’ da ciência, a que Kuhn contrapõe a “nova historiografia” logo no início da *Estrutura*. Kuhn descreve muito bem a posição tradicional, posição que certamente é a de Carnap quando aponta o que o historiador da ciência faz e o que o historiador da filosofia deveria fazer. Escreve Kuhn:

Se a ciência é a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos atuais, então os cientistas são homens que, com ou sem sucesso, empenharam-se em contribuir com um ou outro elemento para essa constelação específica. O desenvolvimento torna-se o processo gradativo através do qual esses itens foram adicionados, isoladamente ou em combinação, ao estoque sempre crescente que constitui o conhecimento e a técnica científicos. E a História da Ciência torna-se a disciplina que registra tanto esses aumentos sucessivos como os obstáculos que inibiram sua acumulação. Preocupado com o desenvolvimento científico, o historiador parece então ter duas tarefas principais. De um lado, deve determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea foi descoberta ou inventada. De outro lado, deve descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico (Kuhn 1975, p. 20).

Em oposição a essa maneira de conceber a ciência e sua história, e ao trabalho historiográfico por ela orientado, é que surge, segundo Kuhn, uma “revolução historiográfica”:

Os historiadores da ciência, gradualmente e muitas vezes sem se aperceberem completamente de que o estavam fazendo, começaram a se colocar novas espécies de questões e a traçar linhas diferentes,

freqüentemente não-cumulativas, de desenvolvimento para as ciências. Em vez de procurar as contribuições permanentes de uma ciência mais antiga para nossa perspectiva privilegiada, eles procuram apresentar a integridade histórica daquela ciência, a partir de sua própria época (Kuhn 1975, pp. 21-22).

Pode-se dizer que Kuhn se opõe frontalmente a Carnap, na medida em que este parece ser, no texto citado, um verdadeiro defensor da causa da ‘velha historiografia’. Diz Kuhn, informalmente, na entrevista publicada ao final de *The Road since Structure*:

...tentei falar um pouco de minha experiência de ter em uma mesma classe filósofos, historiadores e cientistas. Os filósofos e os cientistas estão muito mais próximos uns dos outros porque todos eles chegam com o propósito de saber o que é correto e o que não é – não de saber o que aconteceu – e portanto, diante de um texto, tendem a identificar o verdadeiro e o falso de um ponto de vista moderno, a partir do que eles já sabem” (Kuhn 2000, p. 315)

Ou:

...Quando dei aquela conferência sobre as relações entre a história e a filosofia da ciência {Kuhn 1980}, um filósofo me procurou depois e disse “Mas temos tão boas pesquisas! Temos tão bons pesquisadores em história da filosofia!” Sim, mas eles não estão fazendo história (p. 316).

Tal passagem se complementa com outra que vem um pouco antes, onde Kuhn lamenta a forma como é praticada a história da filosofia por filósofos: “uma história da filosofia que conta a história de Descartes, quando acertou e quando errou, e o que poderia ter feito para conciliar tudo”... (p. 315).

A atitude de Carnap com respeito à história da filosofia, vale acrescentar, não é uma atitude isolada. Ela é plenamente compartilhada, por exemplo, por Reichenbach. Escreve ele:

Não pretendo menosprezar a história da filosofia, mas sempre deveríamos lembrar que é história, e não filosofia. Assim como toda pesquisa histórica, deveria ser feita com métodos científicos e explicações psicológicas e sociológicas. Mas a história da filosofia não deve ser apresentada como uma coleção de verdades. Existe mais erro que verdade na filosofia tradicional; portanto, *só aqueles com capacidade crítica podem ser historiadores competentes*. A glorificação das filosofias do passado, a apresentação dos

vários sistemas como diferentes versões da sabedoria, minou a força filosófica da atual geração. Isso tem induzido os estudantes a adotar um relativismo filosófico, a acreditar que só existem opiniões filosóficas e que não existe uma *verdade filosófica*. *A filosofia científica procura evitar o historicismo e chegar por análise lógica a conclusões tão precisas, elaboradas e confiáveis como os resultados da ciência do nosso tempo (...)* (Reichenbach 1951, p 325, grifos meus)

A propósito especificamente de Reichenbach, Richard Rorty comenta:

A construção de Reichenbach de um arrebatador drama histórico exigiu que ele fosse selectivo na sua escolha dos incidentes. Se quisermos *interpretar a filosofia como uma tentativa para compreender a natureza da ciência natural*, como florescendo quando a ciência natural floresceu, e como sendo capaz de ser levada a uma conclusão satisfatória agora que as ciências se tornaram maduras, temos de tomar os “problemas da filosofia” como sendo aqueles que foram formulados claramente, pela primeira vez, nos séculos xvii e xviii – o período em que o fenómeno da Nova Ciência era o objecto principal da atenção dos filósofos. Estes problemas eram primariamente problemas sobre a natureza e a possibilidade do conhecimento científico, problemas epistemológicos. *Tendo identificado a filosofia com estes problemas*, podemos explicar o fracasso grego e medieval em relação a formulá-los claramente por referência ao estado primitivo da ciência antes de 1600, ao mesmo tempo que afastamos para o lado como não filosófica e ideológica a preocupação grega com a política e a poesia e a preocupação cristã com Deus. Isto permite-nos ver Kant como, na frase de Reichenbach, “o clímax da filosofia especulativa”, e saltar com ligeireza por cima dos séculos xix e xx (um hábito que ainda prevalece entre os filósofos analíticos – que vêm o intervalo entre Kant e Frege como um lamentável período de confusão). (Rorty, pp. 290-1, grifos meus)

Podemos talvez não aceitar inteiramente a afirmação de Rorty de que Reichenbach identifica a filosofia com “uma tentativa para compreender a natureza da ciência natural”. Mas tanto Reichenbach quanto Carnap identificam a *verdadeira filosofia* com a filosofia científica. É por certo com base nessa identificação que, segundo Reichenbach, os “historiadores competentes” da filosofia podem exercer “sua capacidade crítica”, apontar os erros da filosofia tradicional e mostrar que existe “uma verdade filosófica” (Cf. Reichenbach 1951, p. 325). E que, segundo Carnap, o historiador da filosofia deveria imitar o exemplo do historiador da ciência que, além de descrever as teorias científicas, preocupa-se em apresentar um “juízo crítico delas do ponto de vista de nosso atual conhecimento científico”. Isso permitiria falar-se, também no caso da filosofia, de

uma “visão cumulativa” e de “progresso do conhecimento” (Cf. Schilpp 1963, p. 41). Há alguma dúvida de que Carnap pensa aí, ainda, na idéia de filosofia científica, velha e originária proposta do positivismo lógico?

2. O Positivismo Lógico e a Filosofia Científica

Já no *Aufbau*, Carnap escreve:

Esta nova atitude não somente modifica o estilo de pensar, como também a problemática. O filósofo individual já não se propõe construir ousadamente todo um edifício filosófico. Na verdade, cada um trabalha investigando apenas uma parte da ciência total unificada. Esta atitude é natural aos físicos e aos historiadores. Contudo, diante da filosofia se apresenta o triste espetáculo (que deve ser deprimente para as pessoas de consciência científica) de haver construído, um após o outro e um junto ao outro, uma grande variedade de sistemas filosóficos incompatíveis entre si. Creemos que, se no trabalho filosófico, do mesmo modo que nas ciências particulares, atribuímos a cada indivíduo somente uma tarefa parcial, poderemos olhar o futuro com mais confiança. Em uma construção lenta e cuidadosa se obterá um conhecimento após o outro. Cada investigador contribuirá com um trabalho pelo qual poderá responsabilizar-se e que poderá justificar perante a totalidade de seus colegas. Dessa maneira se acrescentará cuidadosamente uma pedra sobre outra, e assim se erigirá um edifício sobre o qual cada geração futura poderá continuar com o trabalho. (Carnap 1967, pp. xvi-xvii)

E Schlick diz o seguinte em 1931:

Dois mil anos de experiência parecem mostrar que já não se podem levar a sério os esforços para pôr um fim ao caos dos sistemas e modificar o destino da filosofia (...). Refiro-me a esta anarquia das opiniões filosóficas que tantas vezes tem sido descrita, a fim de não deixar dúvida de que estou plenamente consciente do alcance e da grave importância da convicção que quero expor agora. Porque estou convencido de que nos encontramos em um ponto de inflexão definitivo da filosofia, e que estamos objetivamente justificados para considerar como concluído o estéril conflito entre os sistemas. Em minha opinião no momento presente já estamos de posse dos meios que tornam desnecessário em princípio um conflito desta natureza. O que se necessita agora é aplicá-los com energia. (...) (Ayer 1959, pp 59-60)

Tal posição com respeito à filosofia científica eu poderia mostrar que está presente também no chamado manifesto do positivismo lógico, publicado em 29, em textos de Reichenbach de 1931 e 1951, além do curioso texto da convocação

para a fundação de uma "Sociedade para a Filosofia Positivista", publicado em 1912, e assinado, entre outros, por Mach, Einstein e Freud (Ver Holton 2001, pp. 29-30). Mas não há espaço aqui para isso. Passo então imediatamente a um artigo de 1948, em que Reichenbach relaciona diretamente a filosofia científica e a história da filosofia:

Todo aquele que, com maior ou menor entusiasmo, ensinou história da filosofia, está familiarizado com o sentimento de insatisfação que se sente ao retornar ao lar depois das aulas. Este relato de muito talento e gênio e de poucos resultados compartilhados – este relato de tentativas renovadas, mas nunca de resultados contínuos –, para que serve? Por que deveríamos ensiná-lo, se não existe nenhum resultado e tampouco nenhuma verdade reconhecida? (...)

O filósofo do século XX deveria tomar suficiente distância intelectual das construções de seus predecessores para que fosse capaz de elaborar uma crítica objetiva, e deveria ter a coragem de dizer o que há de errado com a filosofia – já que é evidente que a filosofia foi incapaz de desenvolver uma doutrina consensual que pudesse ser ensinada aos estudantes com o consentimento geral de todos aqueles que ensinam filosofia.

Aqueles entre nós que ensinaram alguma disciplina científica sabem o que significa ensinar sobre uma base comum. As ciências têm desenvolvido um corpo geral de conhecimento, que alcançou reconhecimento universal, e quem ensina uma ciência o faz com a confiança de introduzir seus alunos em um reino de verdades bem estabelecidas. Por que o filósofo deveria renunciar ao ensino da verdade estabelecida? Por que deveria qualificar todos seus ensinamentos com a cláusula 'de acordo com o filósofo X' e restringir sua objetividade à afirmação de que se tratava do ponto de vista do filósofo X? Aliás, nem sequer esta afirmação pode ser feita sem um consentimento universal, já que a interpretação dos sistemas filosóficos não é senão uma outra área de desentendimento. Imaginemos um cientista que ensine eletrônica descrevendo concepções de diferentes físicos, sem nunca dizer aos seus alunos quais são as leis que regem os elétrons. Esta idéia parece ridícula. Ainda que o físico mencione a história do seu campo de estudo, as concepções de cada físico se apresentam como contribuições a um resultado comum estabelecido com uma validade suprapessoal e aceita universalmente. Por que deve o filósofo renunciar a uma filosofia aceita de modo geral? (Reichenbach 1948, pp 135-136).

3. Conclusão

Como esboço de conclusão, poderíamos dizer que Carnap (como Reichenbach) propõe explicitamente uma 'velha historiografia' da filosofia,

baseada no prestígio de que goza junto a ele a ‘velha historiografia’ da ciência. Uma historiografia da ciência que tem como ponto culminante a perspectiva científica contemporânea, apta para reconstruir racionalmente como cumulativo o processo de desenvolvimento histórico da ciência. E o mesmo deveria valer então para a história da filosofia...

Quando resolve relutantemente usar o termo “filosofia”, o Positivismo Lógico o faz com uma qualificação, a de filosofia científica, com a qual depois se apropria na verdade do termo: a filosofia, expurgada da metafísica e desassociada da psicologia (entendida como ciência empírica), da ética e da estética (digamos, normativas), reduz-se à lógica aplicada ou lógica da ciência (Ver, p. ex., Carnap 1935). E é a única filosofia que tem pleno sentido. Ou – tão provocativamente quanto nos permitem os textos de Carnap (e Reichenbach e Schlick) citados acima – a verdadeira filosofia. Ou ainda, para citar mais um positivista lógico, “a filosofia para acabar com todas as filosofias” (Feigl 1980, p. 38)...

Eis aí um quadro clara e distintamente ‘clássico’ de racionalidade, definido pela concepção estritamente ‘absolutista’ de Carnap acerca da história da filosofia (em pleno ano da graça de 1963) e a antiga concepção de filosofia científica com ela articulada. É muito difícil encontrar, nesse quadro, algum lugar lógico para um conceito pós-positivista emblemático como o de incomensurabilidade interteórica de Kuhn, mesmo que entendido de forma vaga ou metafórica. Ou o lugar para uma noção, explícita ou não, de racionalidade relativizada.

Assim, suponho que se isso pode ser encontrado, em outras partes da “obra madura” de Carnap, e de modo até característico, como salienta Friedman, é porque há algo muito estranho com a obra de Carnap ou com a leitura revisionista... A menos que aqui seja o único lugar neste artigo em que, finalmente, caberia falar-se de uma “noção explicitamente relativizada de racionalidade”. E isso apenas e exclusivamente para permitir que se admitam, ao mesmo tempo, a consistência da obra de Carnap e a interpretação revisionista. Ou a noção de *filosofia científica* de Carnap e a idéia de Kuhn, incomensuravelmente oposta, ousado dizer, de uma *ciência mais filosófica*.

Bibliografia:

- Carnap, R. (1935), *Philosophy and Logical Syntax*, London: Kegan Paul.
Carnap, R. (1949), “Truth and Confirmation” en Feigl, H. and Sellars, W. (eds.), *Readings in Philosophical Analysis*. N. York: Appleton-Century-Crofts.
Carnap, R. (1950), “Empiricism, Semantics and Ontology”, *Revue Internationale de Philosophie*, 11.

- Carnap, R. (1967), *The Logical Structure of the World - Pseudoproblems in Philosophy*, Berkeley: University of California.
- Feigl, H. (1980), *Inquiries and Provocations* Dordrecht: Reidl.
- Friedman, M. (1998), "On the Sociology of Scientific Knowledge and its Philosophical Agenda", *Studies in History and Philosophy of Science*, 29.
- Holton, G. (2001), *Ciência y Anticiencia*, Tres Cantos: Nivola Libros.
- Kuhn, T. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago. (Edição brasileira: *A Estrutura das Revoluções Científicas*. S.Paulo, Perspectiva, 1975).
- Kuhn, T. (1980), "The Halt and the Blind". *British Journal for the Philosophy of Science*, 31.
- Kuhn, T. (2000), *The Road since Structure*, Chicago: University of Chicago.
- Neurath, O. (et al.) (1929), "A Concepção Científica do Mundo – o Círculo de Viena", en *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 10, 1986.
- Oliveira, J.C.P. (2004), "Carnap e o revisionismo: alguns aspectos críticos". In: Martins, R. et al. (eds.): *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul – 3º Encontro*. Campinas: AFHIC.
- Reichenbach, H. (1931), "Aims and methods of modern philosophy of nature". In Reichenbach 1958.
- Reichenbach, H. (1948), "Rationalism and Empiricism". In Reichenbach 1958.
- Reichenbach, H. (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley: University of California.
- Reichenbach, H. (1958), *Modern Philosophy of Science*, London: Routledge and K. Paul.
- Rorty, R. *Consequências do Pragmatismo*. Lisboa: Instituto Piaget, s.d.
- Schilpp, P.(ed.) (1963), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle: Open Court.
- Schlick, M. (1931), "The Turning Point in Philosophy". In Ayer, A. (ed.): *Logical Positivism*. Chicago: Free Press, 1959.

Teleologia na medicina antiga

Regina Andrés Rebollo

Universidade São Judas Tadeu São Paulo /Br

As reconstruções históricas das explicações teleológicas nas ciências da vida costumam posicionar Aristóteles como o seu primeiro e mais importante idealizador no período clássico (Kant, E. Mayr, F. Ayala, M. Beckner, M. Delbruck, R. Sorabji e outros filósofos da biologia). Com Aristóteles, de fato, as explicações teleológicas dos fenômenos vitais atingem o seu maior refinamento. Mas certos elementos essenciais, aquilo que em estado ainda embrionário foi por ele desenvolvido, já se encontravam em três momentos da história do pensamento filosófico-médico e biológico: na filosofia natural pré-socrática, em certos tratados hipocráticos e em Platão. Posteriormente, Galeno, no século II d.C., ao conciliar o pensamento hipocrático, platônico e aristotélico, fornecerá até o século XVII a orientação teleológica fundamental na investigação dos fenômenos vitais, sobretudo na investigação fisiológica e anatômica. Justamente por esse motivo, o pensamento médico de Galeno de Pérgamo é frequentemente utilizado como modelo da fusão final daquela teleologia que, desde os pré-socráticos, ensaiara uma maneira de explicar os fenômenos vitais.

O presente trabalho expõe e discute as prováveis raízes das explicações teleológicas presentes nos tratados do *corpus hippocraticum* e em Platão, bem como tece um comentário final acerca da teleologia de Aristóteles.

A visão *teleológica cósmica* ou *metafísica* da Antiguidade foi fruto da identificação entre os mundos orgânico e inorgânico. Assim, o que parece ter ocorrido no período clássico foi um tipo especial de fusão entre processos ditos *teleonômicos*, aqueles que são aparentemente dirigidos a um fim, guiados por um programa e que dependem da existência de um ponto final e os chamados processos *teleomáticos*, dirigidos a um fim de uma forma totalmente passiva, automática, regulados por condições e forças externas (cf. Mayr, 1998, pp. 431-461).

A filosofia natural pré-socrática produziu uma concepção de teleologia do tipo imanente ao mundo natural, interna e estrutural, produto do entrelaçamento das noções de *physis*, *kosmos* e *arché*. A *physis* era, antes de tudo, uma concepção orgânica da natureza. O mundo natural era concebido como um grande organismo ordenado de maneira bela e elegante (*kosmos*) por um princípio originário diretor

(*arché*). Enquanto *physis* universal, isto é, a natureza como um todo ou a natureza de tudo que existe, foi concebida como substância primeira ou primogênita de todas as coisas, princípio e origem da matéria natural. Resultado da harmonia entre as partes e o todo, a *physis* era também identificada com o *kosmos*, na medida em que se configurava como uma ordenação ou um arranjo ao mesmo tempo estático (porque mantém sempre a mesma forma, apesar da mudança constante), estético (porque é belo e harmonioso *por natureza*) e dinâmico (o movimento e a mudança com vistas a encontrar ou manter a forma *natural*). Concebida como ordenada e ordenadora em si mesma, isto é, capaz de auto-regulação, podemos dizer que a *physis* para os gregos possuía o *telos* de sua própria perfeição e ordem, entendida como uma harmonia regular. No caso da medicina antiga, a noção de saúde foi definida como o resultado último dessa ordem e perfeição imanentes.

Vida e fecundidade inesgotáveis, a *physis*¹ foi também concebida como uma espécie de divindade naturalizada ou entidade divina desprovida de significação religiosa, ora identificada com a razão (o *logismos* da *physis*), ora com uma força cega e automática que agiria por necessidade (*ananké*). Enquanto razão ou *logismos*, a *physis* agiria sempre da melhor maneira possível para atingir o seu fim, o seu estado natural pré-estabelecido; como força cega e automática ela encontraria por si mesma e de maneira espontânea (*to automaton*) os caminhos necessários, sem a necessidade de uma inteligência (auto) consciente.

Os autores dos tratados que compõem o *corpus hippocraticum* deram à noção de *physis* pré-socrática um refinamento e uma interpretação especiais. Não seria exagero afirmar que o grande legado dos tratados hipocráticos para a constituição do pensamento médico e biológico ocidental tenha sido o de construir uma primeira idéia da própria natureza física do homem e do seu comportamento corporal.

Na visão hipocrática, cada ser natural, além de pertencer a *physis* universal, possuía a sua própria *physis* particular. A natureza de cada ser era determinada por sua *constituição* específica e individual: o temperamento (características físicas e psicológicas, por exemplo, os tipos *sanguíneo*, *colérico* ou *bilioso*, *melancólico* e *fleumático*) e a forma do corpo (*eídos* ou *idea*). A *physis* era também responsável pelas *dynameis*², as propriedades operativas de cada ser. Ordenada e ordenadora, enquanto princípio do corpo humano, a *physis* reproduziria a sua *taxis* (elegância e

¹ Cabe lembrar que o termo deriva do verbo *physin*, que significa nascer, crescer, brotar, e que se opõe aos artefatos criados pelo homem.

² Entendidas como causas ou princípio do movimento corporal, mais tarde *vis* ou *forças vitais*. Por exemplo, em Alcmeon: o quente, o frio, o úmido e o seco, o doce, o amargo etc. Nos tratados hipocráticos *Da natureza do homem*, os quatro humores: sangue, fleuma, bilis amarela e bilis negra e no *Sobre a medicina antiga*: o doce, o salgado, o amargo etc. Em Galeno, as *ações* resultantes das *faculdades naturais*.

beleza), concebida como a harmonia ou o equilíbrio das partes no todo. Tal harmonia representaria um estado regular da *physis*, isto é, o estado de saúde. Assim, a doença era identificada com a quebra dessa harmonia, do seu funcionamento regular. Cabe lembrar que na concepção hipocrática, as doenças eram seres naturais que também possuíam uma natureza própria, igualmente regida por uma *physis* particular.

Na medida em que a *physis* possui o *telos* da sua própria perfeição, ela é capaz de se auto-ordenar ou auto-regular. A noção de *vis medicatrix naturæ* nada mais é do que essa capacidade de auto-regulação e, na minha opinião, uma das principais evidências da teleologia médica encontrada na coleção hipocrática. No *corpus hippocraticum*, lemos que: (i) a natureza do paciente é o seu próprio médico (*Sobre a dieta nas doenças agudas*, L. 1, 15 e L. III, 69; *Epidemias*, L. VI, 5, 1); (ii) no estado de saúde, é a própria natureza que se encarrega de manter o equilíbrio do corpo (*Sobre a medicina antiga* 5, 9); (iii) a natureza é suficiente em tudo e em todos, pois ela é instruída, embora não tenha tido um mestre (*Do alimento*, 15-39).

Assim, na arte curativa, o médico deve seguir os passos da natureza, pois o *logos* do médico deve conhecer o *logos* da *physis*. Mas a idéia de *logos da physis* não deve ser interpretada como uma inteligência personificada dirigindo tais processos. Na verdade, se pudéssemos cometer aqui um anacronismo, diríamos que o *logos* da *physis* corresponde a um programa ou modelo-padrão de comportamento. Os médicos hipocráticos se abstêm de toda hipótese metafísica que possa atribuir racionalidade à ação teleológica, pois para eles a natureza carece de consciência, embora aja para atingir um fim.³ Embora aja de maneira automática e espontânea (*to automaton*), a *physis* possui um *logos* em sua própria realidade, mas esse *logos* deve ser compreendido como um modelo de ação ou simplesmente um padrão (uma medida). Tal modelo realiza-se da seguinte forma: a atividade dos órgãos vitais ou as suas propriedades são, em última instância, manifestações da *physis*; esta, por sua vez, realiza-se por meio das *dynameis*. As *dynameis*, enquanto virtudes ou potências operativas (*energéia, actio, facultas*), fornecem a atividade dos órgãos vitais, que é condicionada pelo programa ou modelo (*logos*) e pela necessidade (*ananké*), pois o movimento espontâneo da *physis* se dá por necessidade (*kat à ananken*) ou por acaso (*kat à tychen*) (cf. por exemplo, o tratado hipocrático *Sobre a arte médica*). Nos dois casos, a *physis* buscará, da melhor maneira possível, atingir aquele equilíbrio natural pré-estabelecido dos elementos que compõem a matéria corporal.

³ Tal noção exercerá forte influência na concepção de *força vital* do século XVIII, sobretudo no vitalismo romântico alemão e no vitalismo hahnemanniano, bem como na escola médica de Montpellier.

Uma outra evidência de traços teleológicos nos escritos hipocráticos é a idéia de que a *forma* das partes do corpo (*schemata*) cumpre uma *função* específica no todo. Nesse sentido, pode-se afirmar que o desenho da parte busca atingir um fim específico ou simplesmente a sua finalidade. Essa idéia está claramente colocada na passagem 22 do tratado *Sobre a medicina antiga*, um dos tratados mais antigos do *corpus* e cuja autoria tem sido creditada a Hipócrates:

Com a boca completamente aberta não se pode absorver nenhum líquido, mas com os lábios juntos e apertados e com um tubo neles introduzido, com facilidade se absorve o que se queira. Esse é o caso das ventosas, que possuem um estreitamento e são idealizadas precisamente para extrair e absorver os líquidos da carne, tal como instrumentos de outro tipo. Os órgãos internos do homem que possuem uma estrutura semelhante são a bexiga, a cabeça e o útero feminino (*Sobre a medicina antiga*, 22).

Segundo Jaeger (cf. 1995, pp. 811), a medicina da época sofística tentou provar em parte a adequação do organismo humano a um fim, comparando as distintas partes de um organismo com ferramentas e invenções técnicas e estabelecendo as semelhanças existentes entre uma e outra. Diógenes de Apolônia e o tratado hipocrático tardio *Sobre o coração* seriam, na opinião do autor, os exemplos mais evidentes.

A idéia do corpo e de seus órgãos, concebidos como instrumento ou ferramenta que cumpre uma função ou busca um fim, está na base da *teleologia metafísica e cosmológica* de Platão, jovem quando os médicos hipocráticos já haviam adquirido a sua fama. Exemplos dessa teleologia podem ser encontrados no *Timeu*, escrito onde Platão postula a existência de um agente inteligente (identificado com a razão) que opera no universo e nos seres vivos nele incluídos. Esse ser inteligente age com um propósito definido, pois é um artesão que “copia” os *particulares* da natureza a partir de um modelo ideal, da *forma* ideal. A intenção última de tal ser é criar um *instrumento* para a atuação da alma. E as possíveis ações da alma, isto é, a finalidade da existência da alma determinará a natureza do corpo.

No *Timeu*, Platão descreve a origem do universo, do homem e da sociedade. O corpo humano é apresentado como o resultado da ação de um artífice ou escultor que, a partir do material dado, reproduz um modelo que obedece a uma intenção ou a uma finalidade: a própria alma e suas necessidades (*causas finais*). Além das causas finais, Platão descreve certas partes do corpo de maneira puramente mecânica, por meio do que ele chama de causas ou *razões acessórias* ou *concomitantes*. Exemplos de *causa final* são fornecidos nas passagens 70b-d, 71a-b e 73a do *Timeu*.

Na passagem 70b-d, ao descrever o coração, Platão justifica a existência, a estrutura e o papel do pulmão, afirmando que:

O pulmão serve para resfriar o coração [pois, para Platão, os líquidos atravessam o pulmão], servindo assim como uma espécie de almofada, quando por causa do medo ou da cólera, o coração infla e aumenta as batidas. (Timeu, 70b-d)

A localização da alma *desiderante* no diafragma permite a Platão justificar a existência, a estrutura e o papel do fígado e do baço:

(...) A divindade concebeu a forma do fígado e o colocou na mesma região do corpo providenciando para que ele fosse compacto, brilhante e liso, e, simultaneamente, amargo e doce, para que a força do pensamento proveniente da razão ali se refletisse como num espelho capaz de receber impressões e devolver imagens visíveis (...) (Timeu, 71a-b).

A forma e a função do intestino são justificadas da seguinte maneira:

Assim, para impedir que as doenças provocassem a destruição rápida do gênero mortal (...), os deuses previdentes instituíram o chamado baixo-ventre como receptáculo do excesso de bebida e de comida, e enrolaram várias vezes os intestinos sobre si mesmos, para que os alimentos não o atravessassem muito depressa, obrigassem o corpo a pedir mais comida e deixando-o insaciável, impedissem a espécie humana de cultivar as musas e a filosofia (...). (Timeu, 73a).

A idéia de um ser inteligente que age com um propósito definido inexistia na coleção hipocrática. A *physis* dos médicos hipocráticos é tão somente a própria natureza agindo de maneira racional e ordenada, gerando e mantendo a vida e suas manifestações. Esse laicismo foi uma das mais importantes conquistas da medicina clássica, pois com ele foi possível pensar o corpo e os fenômenos biológicos como acontecimentos naturais, desvinculados de um pensamento mágico-religioso. Ao retomar essa via estritamente naturalista, Aristóteles, desprezando o demiurgo de Platão ou uma consciência subjacente aos processos finalistas, recupera aquela visão já contida no *corpus hippocraticum*. Mas, a teleologia de Aristóteles vai muito além da idéia de *vis medicatrix naturæ* e da interpretação das partes do corpo enquanto ferramentas que cumprem uma função determinada, dando um

salto metafísico que marcou a história da biologia. Ao conciliar os sistemas de Hipócrates, Platão e Aristóteles e aplicá-los as suas teorias médicas, Galeno forneceu o maior exemplo da força de tal pensamento. Com Galeno, aprendemos que o propósito ou a utilidade das partes é a própria alma. Pois o corpo é apenas o seu instrumento e as partes dos animais diferem porque suas almas também são distintas (cf. *Da utilidade das partes*, 2-3).

É conhecida a enorme influência de Aristóteles sobre o pensamento médico de Galeno. Para Aristóteles, “tudo aquilo que existe, existe para um fim” isto é, a estrutura e a história do universo e de tudo que ele contém é o produto final de uma força inconsciente dirigida para atingir um fim. A teleologia aristotélica é do tipo naturalista, imanente e interior aos seres da natureza. Como já havia sido observado pelos filósofos pré-socráticos (excluindo-se Empédocles e sua surpreendente teoria da adaptação ao acaso) e médicos do *corpus hippocraticum*, por trás da ordem e da regularidade dos processos naturais, deveria existir uma racionalidade divina ou um plano dirigido para um fim. Em Aristóteles, tal plano controlaria a permanência (das espécies) e a regularidade do mundo da mudança e do movimento. O refinamento das explicações teleológicas em Aristóteles se dá no conjunto das obras biológicas. Nela o filósofo aproxima o estudo das *causas finais* ou *dos fins* com o estudo das funções do corpo.

A maior parte dos estudiosos de Aristóteles concorda que as suas principais concepções sobre o método das ciências são apresentadas nos *Segundos analíticos*. Embora tais reflexões discorram sobre as regras para *todo* o conhecimento e *qualquer* ciência, em seus escritos biológicos⁴ encontramos afirmações metodológicas voltadas para a especificidade da investigação sobre o fenômeno da vida e de suas manifestações.

No *Historia animalium*, Aristóteles procura apresentar uma descrição fiel dos animais e da estrutura de suas partes, para dividi-los em gênero e espécies, sem a preocupação de apresentar a *razão* ou a *finalidade* das partes, embora em alguns momentos parece transgredir os seus objetivos iniciais. No *De Partibus animalium*, sua intenção principal é justamente demonstrar a causa final das partes ou a razão de sua existência, por meio da apresentação da sua função. Nas duas obras, os principais comentários metodológicos de Aristóteles se encontram no capítulo sexto do Livro I do *Historia animalium* e no primeiro capítulo do Livro I do *De Partibus animalium*.

No Livro I do *De Partibus animalium*, Aristóteles desenvolve uma longa introdução sobre o método de investigação nas ciências da vida, na qual discute os critérios para um sistema de classificação animal. Ali, Aristóteles pergunta: (i) é

⁴ Reunidos nos tratados *Historia animalium*, *De Partibus animalium*, *De Generatione animalium*, *Parva naturalia*, *De Incessu Animalium*, *De Motu Animalium* e *De anima*.

preciso escolher primeiro as funções comuns por gênero para depois escolher aquelas que são próprias a cada espécie ou examinar logo cada espécie em particular? (*P.A. L. I, 1, 639^b 1-10*); (ii) é preciso começar pelo estabelecimento escrupuloso dos fatos antes da explicação das causas ou o contrário? Nas palavras de Aristóteles:

O naturalista, da mesma forma que o matemático nas suas demonstrações sobre a astronomia, deve começar pela constatação dos fatos relativos aos animais e estudar as partes próprias a cada um deles para em seguida explicar o porquê e as causas, ou ele deve proceder de outra forma? (*P.A. L. I, 1, 639^b 10-15*);

(iii) que causas apresentar como explicação dos fenômenos vitais?

Passemos ao segundo ponto, pois diretamente relacionado com a questão da causalidade e do finalismo, sem os quais a teleologia de Aristóteles não seria possível. A problemática havia sido discutida no tratado *Historia animalium*, quando Aristóteles afirmara o propósito central da obra: “(...) primeiro, reunir as diferenças e atributos que pertencem a todos os animais; em seguida, descobrir as suas causas” (*H.A. L. I, 6, 490^b 7 e 491^a 7-15*). Aristóteles desenvolveu tal método no seu vasto programa de pesquisa que incluiu, no *Historia animalium*, uma descrição da estrutura das partes ou *historiæ* das diferenças e dos atributos das partes dos animais, cujo conhecimento serviu como base para a elaboração de uma ciência sobre os animais. O método consistiu, primeiramente, numa inspeção detalhada da variedade das diferentes partes, órgãos, arranjo dos corpos e modos de vida de todos os animais, resultando na *historiæ*, uma relação dos atributos e das diferenças dos animais. Em seguida, no de *Partibus animalium*, a partir da *historiæ* foi gerada a causa comum subjacente, a natureza universal que explicaria o fenômeno dado e, por fim, demonstrada a validade e a aplicabilidade da causa universal nas suas ocorrências particulares. No *Segundos analíticos*, Aristóteles havia afirmado que o conhecimento dos fatos precedia necessariamente o conhecimento da causa de tais fatos (*Seg. Anal., L II, I*). Tal ciência foi atingida no *De Partibus animalium* e no *De Generatione*, quando a razão dos atributos e das diferenças de cada parte animal, ou melhor, a causa de sua existência, foi apresentada.

Aristóteles parece estar seguindo os primeiros ensinamentos de seu mestre Platão, para o qual o padrão básico da divisão era determinar a finalidade de uma arte e analisar as suas diferentes partes e funções para avaliar os méritos e funções em relação ao fim desejado. Ao descrever o método a ser praticado por aquele que

desejava ser mestre em alguma arte ou *techné*, Sócrates, no *Fedro* (270b), distinguiu três momentos: “O primeiro passo é mostrar a natureza (*physis*) do objeto da arte em questão, se ele é simples ou multiforme; o segundo passo é descrever a ação e a reação das várias partes descobertas; o terceiro, é classificar tais partes e especificar as causas de suas ações e reações” (*Fedro*, 270b).

A identificação da causa final com a função das partes, posteriormente submetida ao refinamento teórico de Galeno, marcou definitivamente o pensamento teleológico do período medieval até os primórdios do período moderno. Mas, tal identificação exigia uma espécie de arranjo hierárquico com as outras causas, a eficiente, a material e a formal.

O terceiro ponto [que causas apresentar como explicação dos fenômenos vitais], introduz a idéia da subordinação das causas (eficiente, material etc.) à causa final. Para Aristóteles:

(...) Uma vez que percebemos várias causas no vir a ser natural, por exemplo, aquela causa que explica em vista do quê [a causa final] e aquela que explica a partir do quê [causa eficiente] se produz o movimento, é preciso determinar, também aqui, qual é, por natureza, a primeira [causa] e qual é a segunda. Parece que a primeira é aquela que nós chamamos “em vista do quê”. Uma vez que ela é razão e a razão é princípio. (...) É, com efeito, após ter determinado pelo raciocínio ou pela observação - o médico o que é a saúde e o arquiteto o que é a casa - que ambos explicam as razões e as causas de cada um dos seus atos, e porque é preciso agir de tal forma (*P.A. L. I, 1, 639^b 11-22*).

Para que a finalidade seja alcançada são necessários diversos atos por meio dos quais nela se chega, como bem exemplifica o caso da respiração:

É preciso mostrar que, por um lado, a respiração se produz em vista de um fim e que por um outro lado tal fim se atinge através de meios que são necessários. A necessidade significa que o fim sendo tal é necessário que tais condições sejam preenchidas e também que as coisas são tais e que elas são por natureza (*P.A. L. I, 1, 642^a 30-35*).

Nesse sentido, pode-se afirmar que finalidade e necessidade se manifestam, a primeira, por meio das causas formal e final, a segunda, por meio das causas material e eficiente.

Segundo Aristóteles (*P.A. L. I 639^b 11 e 642^b 4*), em tais fenômenos a necessidade está subordinada à finalidade, logo, a causa final é a única que de fato tem poder explanatório, uma vez que as causas material e eficiente fornecem

apenas uma descrição do comportamento e das características físicas de tais fenômenos. Mas, as explicações finais em biologia não foram exclusivas. Como é bem sabido, Aristóteles também fez uso das causas materiais e eficientes. Em alguns casos, as explicações mecânicas ficaram subordinadas à teleologia, unindo-se a elas para dar uma explicação completa, em outros, Aristóteles apresentou apenas causas eficientes e materiais.

Assim, a partir da *vis medicatrix* dos hipocráticos (o *telos* da *physis*) foi elaborada uma concepção filosófica dos fenômenos vitais que condicionou a forma das partes a sua função. Essa concepção forneceu muitos frutos à história da anatomia e da medicina, entre eles a descoberta da circulação do sangue feita por William Harvey, um dos últimos seguidores da filosofia natural de Aristóteles do século XVII.

Bibliografia

- OEuvres complètes d'Hippocrate*, (1839-1861), trad., intr. e notas de E. Littré, Paris: Baillière. 10 v.
- Tratados Hipocráticos*, (1983), trad., intr. e notas de C. G. Gual; M. D. L. Nava; J. A. L. Férez y B. C. Alvarez, Madri: Gredos. (Biblioteca Classica Gredos).
- Platon: Timée, Critias*, (1999), Luc Brisson (trad. e apres.), Paris: GF Flammarion, pp. 95-220.
- Aristotle- Les Parties des Animaux*, (1956), Pierre Louis (trad.), Paris: Les Belles Lettres.
- Aristotle-Histoire des Animaux*, (1994), Janine Bertier (trad., apres. e notas), Paris: Gallimard.
- Aristotle-The Complete Works*, (1984), Jonathan Barnes (ed.), Princeton: Princeton University Press, 2 v.
- Galen selected works: a new translation*, (1997), trad., intr. e notas de P. N. Singer, Oxford: Oxford University Press.
- Entralgo, P. L., (1982-[1970]), *La medicina hipocrática*. Madrid: Alianza Universidad.
- Jaeger, W., (1995 [1933]), *Paideia: los ideales de la cultura grega*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Martinez, Sergio & Barahona, Ana, (1998), 'Los múltiples significados de "teleológico" de Ernst Mayr' en *Historia y explicación en Biología*. Sergio Martinez & Ana Barahona (ed.), México: Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica. Ediciones Científicas Universitarias. pp. 431-461.

Relaciones interteóricas y el papel de la teorización en física*

Andrés Rivadulla[†]

Universidad Complutense.

Dpto. de Lógica y Filosofía de la Ciencia. E- 28040 Madrid

1. Racionalidad y casos límite en física

Asunto controvertido para algunos filósofos de la ciencia, aunque incuestionable desde Einstein para la mayoría de los físicos, es la existencia de casos límite en física. Aquí se asume ampliamente que la mecánica newtoniana constituye un caso límite de la teoría de la relatividad en situaciones de campos gravitacionales débiles y/o velocidades de objetos pequeñas comparadas con la velocidad de la luz, así como que la mecánica clásica lo es de la mecánica cuántica, cuando se anula el cuanto de acción de Planck. Aunque las teorías que se suceden tras una revolución científica sean incompatibles entre sí, la existencia de casos límite está muy bien acotada, una vez que se fijan las condiciones en que tales situaciones se producen¹.

Asumo la existencia de revoluciones científicas en sentido del Kuhn de *La estructura de las revoluciones científicas* de 1970, o sea, la sustitución de una teoría por otra, tras un periodo en el que la antigua teoría, incapaz de dar cuenta satisfactoria de las anomalías a las que se enfrenta, da paso a una teoría nueva que sí lo hace, al tiempo que se muestra también exitosa en dominios insospechados desde el punto de vista de la teoría precedente. No acepto todas las consecuencias que conlleva el punto de vista kuhniano, como su proclividad al relativismo, y su énfasis en la idea de inconmensurabilidad, sino que sostengo la racionalidad de las revoluciones científicas, que Karl Popper subrayara en su “La racionalidad de las revoluciones científicas” en 1975. Y, a pesar de mi simpatía general por la filosofía de la ciencia de Laudan, sí considero que es esencial para toda revolución científica aportar novedades radicales respecto a la teoría precedente, con la que puede llegar a ser incompatible.

* Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación sobre *Modelos teóricos en física*, de referencia BFF2002-01244, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de España.

[†] arivadulla@filos.ucm.es

¹ Cf. Rivadulla 2004a, cap. IV

Desde el punto de vista del físico teórico, la existencia de casos límite ofrece un argumento difícilmente rebatible a favor de la racionalidad del desarrollo de la física, a saber: Si, dadas dos teorías, incluso si son incompatibles entre sí, se pueden indicar las condiciones en que una de ellas constituye matemáticamente un caso límite de la otra, es decir es derivable a partir de ella², entonces la opción por esta otra es perfectamente racional.

Naturalmente, la existencia de casos límite en física ofrece sólo una condición suficiente para dilucidar la racionalidad del cambio que conlleva la revolución científica. No constituye una condición necesaria de la misma; como el paso de la astronomía geocéntrica a la copernicana pone claramente de manifiesto, la primera no constituye un caso límite de la otra. En situaciones como ésta, para la toma de una decisión racional entre ambas, sólo vale el *balance predictivo*, es decir el sopesamiento de sus respectivas capacidades predictivas, o dicho de otra manera, la dilucidación de cuál de ellas predice más y predice mejor (en el sentido usual de *más* y de *mejor*).

Se han puesto trabas al hecho de que se pueda afirmar que en determinadas situaciones una teoría pueda ser considerada un caso límite de otra teoría incompatible con ella, aduciendo la existencia de inconmensurabilidad. Yo he mantenido un punto de vista discrepante³ con esta posición tan extendida, argumentando que, incluso si existe inconmensurabilidad, ésta no añade nada que incremente la gravedad de la ya asumida incompatibilidad, y he argüido en particular que ‘ejemplos de inconmensurabilidad’ tales como los que supuestamente representan los casos de *masa*, *planeta* y *flogisto* no son los más eficaces a favor de esta doctrina kuhniana⁴. Y también he sostenido algo en lo que los filósofos de la ciencia apenas han reparado, a pesar de que resuelve muy bien el problema de la racionalidad de la física en situaciones de incompatibilidad teórica. Se trata de la existencia de *homología* entre las magnitudes fundamentales de la física, a saber: que éstas, con independencia de la teoría en que se usen, han de ser definidas, y, por tanto conceptualizadas, de la misma manera.

2. Un interesante caso de estudio de relaciones interteóricas: Las versiones cuántica y relativista de la segunda ley de la mecánica clásica

La existencia de casos límite en física apunta a un hecho harto interesante de las relaciones entre teorías. Se trata de una forma de relación de teorías

² Cf. Rivadulla 2004b

³ Cf. Rivadulla (2003 y 2004a)

⁴ Cf. Rivadulla: “La tesis de la inconmensurabilidad y el desarrollo de la física”, en *Actas del Séptimo Coloquio Internacional Bariloche de Filosofía*.

incompatibles entre sí, por ejemplo en situaciones de campos gravitacionales débiles y/o velocidades de objetos pequeñas comparadas con la velocidad de la luz (v mucho menor que c), o cuando se obvia el cuanto de acción, o sea $h=0$. En situaciones de este tipo y, problema de la incommensurabilidad al margen, se concluye, respectivamente, que la mecánica newtoniana constituye un caso límite de la teoría de la relatividad, y la clásica de la cuántica.

Las relaciones interteóricas son empero bastante más diversas que lo que la existencia de casos límite parece poner de manifiesto. El *principio de correspondencia* de Bohr es una muestra de cuándo la mecánica clásica se considera un caso límite de la cuántica, sin necesidad de paso matemático al límite. Este principio asevera⁵ que, para valores grandes del número cuántico n , la física cuántica se convierte en clásica. Y también las estadísticas cuánticas de Fermi-Dirac y Bose-Einstein se confunden con la mecánica estadística clásica de Maxwell-Boltzmann para valores altos de la temperatura, y se transforman en ella cuando el número medio de partículas por estado cuántico es pequeño⁶. El caso que vamos a analizar seguidamente tiene implicaciones filosóficas aún más interesantes.

En el contexto de la mecánica clásica, supongamos una partícula de masa m que se mueve sometida a un potencial $V(r)$. Su hamiltoniano, o sea, la expresión de su energía cinética más su energía potencial, será

$$H = \frac{p^2}{2m} + V(r)$$

Las *ecuaciones canónicas* del movimiento de la partícula, o *ecuaciones de Hamilton*, son:

$$\text{a) } \frac{dr}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p} \quad \text{y} \quad \text{b) } \frac{dp}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial r}$$

Para extraer consecuencias de ellas argumentamos del modo siguiente: Es obvio que $\frac{\partial H}{\partial p} = \frac{p}{m}$, así como que $\frac{\partial H}{\partial r} = \frac{dV(r)}{dr}$. Y como $F = -\frac{dV(r)}{dr}$, entonces es claro que

$$\text{c) } \frac{dp}{dt} = F$$

⁵ Cf. Rivadulla (2004a, pp. 120-122)

⁶ Cf. Rivadulla, *ibid.*, p. 129

Ahora bien, es también evidente que

$$d) \quad \frac{dr}{dt} = \frac{p}{m} \quad \text{o sea:} \quad e) \quad p = m \frac{dr}{dt}$$

Con lo que, a partir de c) y e) finalmente se obtiene que

$$F = m \frac{d^2r}{dt^2} = ma$$

o sea, la segunda ley de la dinámica newtoniana, como era de esperar.

2.1. El análogo cuántico de la segunda ley de la dinámica newtoniana

Si el análisis anterior lo hacemos en el marco de la mecánica cuántica, las ecuaciones que corresponde aplicar son las *ecuaciones de Ehrenfest* de la posición y el momento:

$$1) \quad \frac{d \langle r \rangle}{dt} = \left\langle \frac{\partial H}{\partial p} \right\rangle$$

$$2) \quad \frac{d \langle p \rangle}{dt} = - \left\langle \frac{\partial H}{\partial r} \right\rangle$$

que indican que los valores medios de las variables cuánticas obedecen a las mismas ecuaciones del movimiento que las variables clásicas correspondientes (los paréntesis angulados indican valores medios). Así, Francisco Ynduráin (1988, p. 119) mantiene que el *teorema de Ehrenfest* “nos dice, en términos generales, que los promedios cuánticos se comportan como las cantidades clásicas correspondientes.” Y Albert Messiah (1983, p. 199) asevera que el teorema de Ehrenfest “Estipula que las ecuaciones de evolución de estos valores medios son formalmente idénticas a las ecuaciones de Hamilton de la Mecánica Clásica, salvo que las magnitudes que figuran en cada miembro de las ecuaciones clásicas deben sustituirse por sus valores medios.”

Una observación de la extraordinaria semejanza entre las *ecuaciones de Hamilton* de la mecánica clásica y las *ecuaciones de Ehrenfest* de la mecánica

cuántica permite prever el resultado que se sigue de ellas. En efecto, a partir de 1) y 2) se obtiene operando respectivamente sobre el hamiltoniano:

$$3) \quad \left\langle \frac{\partial H}{\partial p} \right\rangle = \frac{\langle p \rangle}{m}$$

$$4) \quad \left\langle \frac{\partial H}{\partial r} \right\rangle = \left\langle \frac{dV(r)}{dr} \right\rangle$$

Pero como $F = -\frac{dV(r)}{dr}$, de 2) y 4) resulta

$$5) \quad \frac{d\langle p \rangle}{dt} = \langle F \rangle$$

Ahora bien, de 1) y 3) se sigue que

$$\frac{d\langle r \rangle}{dt} = \frac{\langle p \rangle}{m}$$

o, lo que es lo mismo:

$$6) \quad \langle p \rangle = m \frac{d\langle r \rangle}{dt}$$

Finalmente, de 5) y 6) se obtiene

$$\langle F \rangle = \frac{d}{dt} \left[m \frac{d\langle r \rangle}{dt} \right] = m \frac{d^2}{dt^2} \langle r \rangle$$

o sea,

$$\langle F \rangle = m \langle a \rangle$$

que constituye la *versión cuántica* de la segunda ley de la dinámica newtoniana.

Es claro que no se trata *exactamente* de la *misma* expresión. Lo que sí es claro es que aquí no estamos ante un típico caso límite, pues no implica el límite $\hbar \rightarrow 0$.

2.2. La versión relativista de la segunda ley de Newton

¿Cuál es la situación en teoría de la relatividad? Sabemos que en teoría especial de la relatividad el *cuadrimento* o cuádrivector *cantidad de movimiento* de una partícula viene dado por⁷

$$p^\mu = (\gamma mc, \gamma m \vec{v})$$

donde el superíndice $\mu = 0,1,2,3$ está por sus cuatro componentes: la componente temporal: $p^0 = \gamma mc$, y las tres componentes espaciales: $p^i = \gamma m v^i$, para $i=1,2,3$, donde $\vec{p} = \gamma m \vec{v}$ designa la versión relativista del trivector cantidad de movimiento, es decir de la parte espacial del cuadrimento. Siendo $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$.

La exigencia de homología de las magnitudes homónimas de teorías físicas distintas, que expresa el hecho de que éstas deben estar definidas de la misma manera, determina que la versión relativista de la fuerza ejercida sobre una partícula no pueda ser otra sino

$$\vec{f} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} \left[\frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right]$$

Pues bien, si una partícula de masa m sigue una trayectoria rectilínea, podemos prescindir del carácter vectorial, con lo que

$$f = \frac{d}{dt} \left[\frac{mv}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right] = \frac{ma}{(1 - v^2/c^2)^{3/2}} = \gamma^3 ma$$

⁷ Cf. Rivadulla (2004a, pp.116-117 y notas)

es la forma que, en teoría especial de la relatividad, adquiere la segunda ley de la dinámica newtoniana.

En este caso, la segunda ley de la dinámica newtoniana no se cumple escrupulosamente, ya que está afectada por el coeficiente γ^3 . Afortunadamente esto no presenta ningún problema grave, pues el coeficiente γ^3 es adimensional, y ello tiene la importantísima consecuencia para la racionalidad de la física, de que no hay ninguna diferencia magnitudinal entre las expresiones newtoniana y relativista de *fuerza*. Están definidas de la misma manera y responden al mismo concepto. Esto mismo vale decirlo de la versión cuántica de la segunda ley newtoniana, dimensionalmente idéntica a ella.

Se podría concluir entonces que las teorías superadas en una revolución científica poseen una versión adaptada en las teorías desplazantes. (Al revés no vale, ya que, por ejemplo, un análogo clásico de las relaciones de indeterminación de Heisenberg es simple y llanamente imposible.) Dicho de otro modo: Las teorías de menor generalidad tienen su reflejo o presencia en las de mayor generalidad. Pero esto es otra forma de decir que las teorías de mayor generalidad contienen a las teorías desplazadas como casos especiales.

En efecto, en la relación entre las mecánicas newtoniana y relativista, es fácil observar, por el procedimiento típico del *paso al límite*, que $\gamma = 1$ cuando la velocidad v de los objetos es muy pequeña comparada con c , la de la luz en el vacío. En esta situación a partir de la versión relativista de fuerza, obtenemos la ley clásica. Por lo que respecta a la relación entre las mecánicas clásica y cuántica, también es posible obtener la expresión newtoniana. Al respecto remito a Messiah (1983, pp. 200-201) quien asevera que esto ocurre cuando $\langle F \rangle = F(\langle r \rangle)$, lo que sucede cuando la fuerza es nula, a saber en el caso de una partícula libre, o cuando F depende linealmente de r , como en el caso de un oscilador armónico. Y concluye: “En el caso contrario, la sustitución no se justifica más que si la función de onda permanece localizada en una región suficientemente pequeña del espacio para que la fuerza conserve un valor prácticamente constante en toda la región.”

En ambos casos la física clásica se ve incorporada en las teorías modernas. Lo cual constituye un magnífico argumento a favor de la racionalidad de las revoluciones de la física.

3. La verdad y el papel de la teorización en física

El caso de estudio de la sección precedente nos facilita el análisis del papel que juegan las teorías en física. A la vista de las diferentes versiones de la segunda ley de Newton, cabría preguntarse cuál de ellas es *la verdadera*. Es decir, cuál es la que la Naturaleza privilegia. Pues si debiera haber una única ley que relacione

fuerza, masa y aceleración, una verdadera descripción de lo que sucede en la realidad, puede no parecer razonable encontrarnos con varias opciones para elegir.

La cuestión es sin embargo la de por qué las tres ecuaciones consideradas *habrían de ser iguales*. Una idea alternativa proviene de una concepción radicalmente opuesta acerca de lo que consideramos que debe ser la función de la teorización en física. Pero antes veamos algunos de los rasgos característicos del realismo científico en algunas de sus versiones contemporáneas.

La concepción realista de la ciencia de Popper (1994, pp. 173-174): “La ciencia persigue la verdad o la aproximación a la verdad, por muy difícil que sea aproximarse a ella, incluso con éxito moderado”, tiene ardientes defensores, tanto entre físicos destacados como entre filósofos contemporáneos de la ciencia. Así, Philip Kitcher (1993, pp. 135-136 de la versión española) en forma indiscutiblemente popperiana asevera que la meta epistémica pura mas obvia es la verdad, pero que como la mayor parte de las verdades que pueden alcanzarse son aburridas, lo que buscamos son verdades *significativas* (Popper diría verdades interesantes).

El realismo de Kitcher acerca de la ciencia sostiene (p. 181) que

Los científicos descubren cosas acerca de un mundo que es independiente de la cognición humana; formulan enunciados verdaderos, usan conceptos que se ajustan a las divisiones naturales, desarrollan esquemas que aprehenden las dependencias objetivas.

Frente a los antirrealistas que consideran que la historia de la ciencia sustentaría una suerte de *inducción pesimista*, consistente en que, examinando las teorías descartadas del pasado, nuestras teorías aceptadas probablemente son falsas, Kitcher (pp. 194-195) propone la siguiente *inducción optimista*:

Siempre que en la historia de la ciencia ha habido en un campo de estudio una secuencia de teorías T_1, \dots, T_n (...) tal que para cada i , T_{i+1} se ha considerado superior a T_i , entonces, para cada j mayor que $i+1$, T_{i+1} parece más cercana a la verdad que T_i desde la perspectiva de T_j (...) Así, podemos esperar que a nuestros sucesores nuestras teorías les parecerán más cercanas a la verdad que las teorías de nuestros predecesores.

En base a esta inducción optimista de la historia de la ciencia Kitcher se considera autorizado a afirmar, en forma que tanto recuerda a Popper, que la teoría ondulatoria propuesta por Fresnel estaba más cercana a la verdad que la teoría corpuscular de Brewster, así como que Lavoisier mejoró a Priestley, Dalton a Lavoisier, y Avogrado a Dalton.

También Lawrence Sklar sostiene que la idea correcta del método científico es la de que éste persigue la verdad. Desde una posición matizadamente diferente a la de Kitcher, Lawrence Sklar (2000, pp. 87-88) mantiene que

Nosotros no creemos ahora que en el futuro creeremos que nuestras mejores teorías actuales serán verdaderas. Pero sí que podemos creer ahora, y con buenas razones, que ahora estamos autorizados a creer que nuestras teorías presentes están 'en la vía de la verdad' y que en el futuro serán contempladas como 'habiendo estado en la dirección correcta'.

Pues bien, en franca oposición a este optimismo realista, pregunto: ¿En base a qué criterios podemos juzgar si una teoría constituye una *aproximación a la verdad*? ¿Quizás cuando es *empíricamente aceptable*, esto es, *predictivamente exitosa*? Parafraseando a David Hume en la Sección IV, Parte III de su *An Enquiry Concerning Human Knowledge*, sostengo que las dos proposiciones siguientes están lejos de ser la misma: *Constato que esta teoría es empíricamente aceptable*, y *preveo que es aproximadamente verdadera*. Por ello prefiero, como he insinuado débilmente al comienzo de este trabajo -y a pesar del apoyo autorizado que el realismo pueda recibir de físicos tan destacados como Einstein, Weinberg o Penrose- el punto de vista de Larry Laudan (1988, p. 40) de que

Las teorías científicas no son creencias verdaderas (menos aún creencias verdaderas justificadas) y tampoco la evaluación de una teoría científica es principalmente la evaluación de si es verdadera, ni la aceptación de una teoría científica es la aceptación de esa teoría en cuanto verdadera.

Y concluyo, de resultas de este punto de vista filoinstrumentalista, que ninguna de las tres teorías mecánicas consideradas: clásica, cuántica y relativista, incluso si aceptadas, lo son en cuanto verdaderas. No llevaría mucho más esfuerzo argumentar que tampoco serían verosímiles ni probablemente verdaderas, pues el éxito empírico no puede ser indicador, ni menos aún, garantía de verdad, proximidad a la verdad, o probabilidad de verdad. Además, la incompatibilidad mutua que muestran las teorías que constituyen la secuencia histórica: mecánica newtoniana, teoría de la relatividad, y la ansiada teoría cuántica de la gravitación, evidencia que el optimismo inductivo del realismo científico no puede ser sino fruto de un voluntarismo subjetivo carente de apoyo histórico.

Las teorías de la física, modelos teóricos inclusive, concebidas como herramientas para el cálculo y nuestro manejo predictivo con la Naturaleza, se aceptan o rechazan según su éxito empírico constatado, por lo que ésta, la Naturaleza, no privilegia ninguna forma particular de conceptualización física.

Bibliografía:

- Kitcher, P. (1993), *The Advancement of Science*. New York: Oxford Univ. Press. (Versión española, *El avance de la ciencia*, México: UNAM, 2001).
- Laudan, L. (1998): “Epistemología, realismo y evaluación de teorías”, en A. Velasco Gómez (coord.), *Progreso, pluralismo y racionalidad en ciencia*, México: UNAM.
- Rivadulla, A. (2003): “Inconmensurabilidad y relatividad. Una revisión de la tesis de Thomas Kuhn”. *Revista de Filosofía* 28/2, 237-259
- Rivadulla, A. (2004a), *Éxito, Razón y Cambio en Física*, Madrid: Editorial Trotta.
- Rivadulla, A. (2004b): “The Newtonian Limit of Relativity Theory and the Rationality of Theory Change”. *Synthese* 141, 417-429
- Messiah, A. (1983), *Mecánica Cuántica*, Madrid: Editorial Tecnos.
- Popper, K. (1994): “Models, Instruments and Truth”. En K. Popper, *The Myth of the Framework*, London: Routledge, (Versión española, *El mito del marco común*, Barcelona: Paidós, 1997).
- Sklar, L. (2000), *Theory and Truth*, Oxford Univ. Press.
- Ynduráin, F. J. (1988), *Mecánica cuántica*, Madrid: Alianza Universidad Textos.

Especies biológicas y clases naturales: reapertura de un debate

Estela Santilli[†]

Universidad de Buenos Aires – Sadaf

Pese a las discrepancias sin resolución, el concepto de especie continúa presente en los debates de la biología y la filosofía. Además, el concepto participa desde épocas recientes en un importante problema interdisciplinario: la conservación de las especies o biodiversidad. Surge la necesidad de legislar para preservar la naturaleza viviente y evitar los procesos de extinción de especies animales y vegetales. Es, pues, importante explorar la naturaleza de los términos usados para las entidades de las ciencias.

Richard Boyd formuló una teoría para dilucidar la noción de especie biológica, central en la teoría evolutiva, y la de otras entidades históricas investigadas por las ciencias. Una teoría de las clases naturales¹ útil para hacer inteligible el lenguaje de las ciencias también cuenta de su característico éxito explicativo. En este trabajo delinee problemas planteados en el debate sobre la especie biológica y destaco un rasgo de la teoría de Boyd: el fortalecimiento de la relación entre la tarea del análisis filosófico, la flexibilidad epistemológica y el desarrollo empírico de la ciencia.

La especie en biología y en filosofía

La importancia de los conceptos teóricos en la biología ha sido señalada con frecuencia en las últimas décadas.² La cuestión biológica fundamental, planteada por Darwin, en 1859, fue la explicación de la diversidad de especies y su

[†] estela@feedback.net.ar

¹ Las clases naturales son los referentes del vocabulario científico, objetos, procesos, estados y relaciones que figuran en las leyes y tienen propiedades causales como los elementos químicos y las especies biológicas. El agua, H₂O, es una clase natural, un agrupamiento causado por sus propiedades químicas microestructurales. Estas son esenciales y se espera que sean las mismas en cualquier mundo posible. Kripke, (1972), Putnam, (1975).

² El biólogo Cracraft, (1989, pp. 30) afirma: “Si la ontología especificada por la definición no coincide con entidades reales que participan en procesos reales o son producidas por procesos naturales, entonces no sólo describiremos incorrectamente la naturaleza, sino que será difícil evaluar cualquier teoría que hace uso de esas entidades”.

origen, lo que en términos actuales se conoce como eventos de especiación y sus causas. En su explicación se incluye la biogeografía, la ecología, la teoría de la evolución, la genética molecular y la genómica.³

El número de preguntas acerca de las especies es ahora mayor y más heterogéneo que el de las décadas de 1960 a 1980. Los temas filosóficos abiertos convocan a varias disciplinas científicas. La investigación incluye las clasificaciones intuitivas de nuestra experiencia cotidiana y las teorías cognitivas. Estas últimas postulan modelos explicativos de patrones invariantes en la habilidad de los grupos humanos de distintas culturas para reconocer, categorizar y construir esquemas clasificatorios de las entidades y procesos vivientes⁴. Es posible que esas entidades posean un rango de naturalidad y realidad. Se ha encontrado coincidencia entre las clasificaciones intuitivas y las científicas. en biología y otras disciplinas..

Muchas de las preguntas se plantearon con ardor en la filosofía de la biología sin obtener respuestas de consenso: ¿Son reales las especies, o sólo los individuos tienen realidad, y la especie es meramente un nombre conveniente, un artefacto clasificatorio para señalar un conjunto de organismos? Lehman (1967). ¿Existe una fórmula definitoria de la especie que fije el cumplimiento de una serie de condiciones necesarias y suficientes para ubicar a un conjunto de organismos en la especie dada? Hull (1965). ¿Es necesario que la clasificación de las especies se base en una teoría sobre su evolución o su composición genética?. Mayr (1996), Reig (1982). ¿Corresponde a la especie una ontología de individuos Ghiselin, (1974), Mayr (1996) o de clases naturales? Boyd, (1999), Griffiths, (1999), Wilson, (1999). Es la especie la unidad de los cambios evolutivos? Bunge (1987) ¿Hay leyes de la naturaleza en cuya fórmula figuran las especies?

La pregunta sobre la realidad de la especie ha generado posiciones filosóficas nominalistas y realistas según se otorgue carácter ontológico a los individuos o a la especie. La búsqueda de una definición por condiciones necesarias y suficientes se probó imposible llevando a descartar el esencialismo tradicional en taxonomía cuyo origen suele atribuirse al aristotelismo.⁵ La

³ Los editores de revista *Nature* y *Nature Genetics* estiman que esta nueva disciplina puede representar un factor integrativo de todas las ciencias biológicas.

⁴ Cf. Santilli (2002).

⁵ Hull da como características del esencialismo: a) la aserción ontológica de que las Formas existen; b) la aserción metodológica de que la tarea de la taxonomía como ciencia es descubrir la esencia de las especies; y c) la aserción lógica con respecto a la definición de acuerdo con la cual la misma debe establecer un conjunto de características necesarias y suficientes para la inclusión en una clase. De ellos, a) y b) han sido abandonados desde la aceptación de la teoría evolucionista. Lo que se mantiene vigente según Hull es la parte lógica del esencialismo, es decir, la forma de la definición de especie (1965 pp. 6).

antropología cognitiva y la psicología de la categorización sustentan en datos empíricos el rechazo de la tradicional forma de definiciones esencialistas reemplazándolas por otras más flexibles.⁶ y concluyen que las categorías no son arbitrarias sino naturales y se organizan sobre la base de prototipos.

La colección de criterios y definiciones de especie biológica es tan amplia como los campos disciplinarios, niveles de descripción y objetivos del clasificador. Algunos están asociados a teorías biológicas, otros son independientes de ellas.

En la sistemática biológica el concepto de especie puede indicar una clase de clases llamada 'categoría' taxonómica que especifica un nivel en la jerarquía clasificatoria, la linneana⁷ u otra. O refiere a un miembro de esa categoría, un 'taxón' particular, o segmento del linaje histórico de la población con su nombre particular, un nombre propio; por ejemplo, los nombres *Cygnus olor* y *Cygnus atratus* designan a los individuos reunidos en esas dos distintas especies de cisne. La referencia a especie también indica el conjunto de criterios usados en su definición como los rasgos de similitud estructural, fenotípica, genética, etc. Se utiliza el nombre de especie para designar a un individuo representativo, tipo o espécimen preservado en colecciones de museos y empleado en la práctica identificatoria de los taxónomos. Se usa el término también para aludir al resultado del proceso de especiación. No es raro que la prolífera jerga biológica cree confusión en el lenguaje sobre la especie.⁸

El concepto de especie más difundido es el concepto biológico propuesto por Mayr según el cual los miembros de una especie constituyen una comunidad reproductiva, una unidad ecológica y una unidad genética. Los mecanismos de aislamiento reproductivo⁹ contribuyen a la persistencia y estabilidad de una especie distinguida de otras especies. Una objeción al concepto biológico es que no se aplica a los organismos no sexuales que son numerosas o las plantas. Uno de los conceptos de especie, el filogenético, emplea el criterio del antecesor común, y el ecológico el de la comunidad de nicho.¹⁰

⁶ Rosch (1999)

⁷ Método jerárquico propuesto en el siglo 18 por Linneo, naturalista sueco. Un individuo es asignado a una especie, género, familia, orden, clase, phylum y reino. Las especies se nombran en forma binomial.

⁸ Wiens, (2004, pp. 915), señala la confusión de no distinguir entre los criterios para reconocer una especie y el concepto de especie.

⁹ Son mecanismos de aislamiento reproductivo la separación geográfica, distinta conducta de cortejo, de comportamiento alimentario y otros. Una especie es un grupo de poblaciones naturales interreproductivas potencial o efectivamente y reproductivamente aisladas de otras poblaciones.

¹⁰ Otros conceptos de especie son el de reconocimiento, el fenético y el cladista o filogenético que toma como criterio los patrones de ascendencia y descendencia.

Darwin señaló que el concepto de especie podría ser un artefacto clasificatorio artificial útil para la distinción y ordenamiento de la diversidad de los organismos. El carácter de variabilidad entre los individuos de una especie y su naturaleza de entidades en cambio dificultan su clasificación como grupos naturales discretos distinguidos de las variedades.

Sobre el carácter y el rol teórico del concepto de especie se ha dicho que su función es pragmática y conlleva el relativismo o el irrealismo acerca de las entidades teóricas de la biología evolucionista, que se refiere a entidades históricas espacio temporalmente restringidas y son individuos con existencia real. Esto las distingue de otro tipo de entidades científicas como las clases naturales de la química que son de carácter universal y figuran en leyes irrestrictas.

La multitud de conceptos de especie biológica en uso generó el pluralismo epistemológico y ontológico que rechaza una imagen del mundo naturalmente dividido en porciones discretas e identificables previas a las clasificaciones humanas. Ésta es la tesis del “realismo promiscuo” de Dupré, (1993) quien no admite criterios de semejanza o descripciones privilegiados que refieren a un tipo único de realidad subyacente: cualquier descripción puede reflejar la diversidad de las entidades del mundo. El pluralismo respecto de la especie conduce a recomendaciones como la eliminación de esta noción del sistema jerárquico de clasificación biológica, Ereshefsky (1992).

Hay intentos, de Queiroz (1998), de superar el pluralismo radical e integrar todas las definiciones de especie en el concepto de “segmento particular de un linaje poblacional” constituido por una secuencia de antecesor y descendientes.¹¹

La propuesta de Boyd: agrupamiento homeostático de propiedades

No es claro que esta integración de conceptos de especie sea posible. Boyd desarrolla *in extenso* este programa en su artículo “Homeostasis, Species, and Higher Taxa”, (1999).

Boyd propone una teoría de las clases naturales¹² alternativa a la concepción empirista que plantea requisitos de precisión del lenguaje y definiciones analíticas. Intenta también eludir dicotomías sin salida como monismo-pluralismo, especie como individuo o como clase, y la distinción natural-artificial.

De acuerdo a Boyd, una clase natural se representa como un *agrupamiento homeostático de propiedades* □ observables y no observables □ y/o relaciones de los objetos que forman parte de una red causal de la cual son manifestaciones. Las propiedades que reúnen a los miembros de esas clases son co-ocurrentes y en

¹¹ El cladismo sostiene éste criterio y Boyd señala que en la medida en que las relaciones de antecesor y descendiente son reales también lo son los taxones superiores de la jerarquía como los géneros

¹² Teoría expuesta también en Boyd (1991).

muchos casos el grupo es indeterminado extensionalmente □ no se sabe cuáles y cuántos son sus miembros □ por lo que los agrupamientos tienen límites vagos. También es 'no determinado' el número de propiedades que contribuye a la formación de las clases naturales y es más, no hay necesidad de que se den todas o siempre las mismas propiedades. La extensión de la clase natural así formada es establecida a posteriori y está incluida en una "matriz disciplinaria" específica.¹³ Por su vaguedad los agrupamientos son incompletos y sus definiciones son a posteriori. Boyd (1999 pp.144) destaca especialmente que el agrupamiento de propiedades:

... es individuado como un (tipo o caso) objeto o proceso histórico ; ciertos cambios en el tiempo (o en el espacio) en el agrupamiento de propiedades o en los mecanismos homeostáticos fundamentales preservan la identidad del agrupamiento definicional.

El agrupamiento homeostático de propiedades es posible porque hay mecanismos – conocidos o no □ que son causantes de la co-ocurrencia de las propiedades en la formación de las clases naturales. Una característica interesante de las propiedades que forman el conjunto homeostático es que en muchos casos son proyectables. Esto significa que, insertas en la práctica inferencial, ciertas propiedades permiten proyectar, acerca de los miembros de la clase, generalizaciones que están sostenidas por estructuras causales relevantes. Dichas generalizaciones tienen el valor de predicciones. Boyd destaca el hecho de que nuestros "...esquemas clasificatorios contribuyen a la confiabilidad epistémica de las prácticas explicativas inductivas".¹⁴

La tesis de la acomodación

Se trata de una construcción teórica para explicar la interacción significativa entre el mundo y los términos con los que nos referimos al mismo. Boyd la considera central para la comprensión de la naturaleza de los términos de clase natural.. En la "acomodación" se relacionan los recursos conceptuales y clasificatorios en uso con las estructuras causales relevantes del mundo. En la formación de las clases naturales la actividad de categorización y conceptualización contribuye y tiende a satisfacer las demandas de acomodación de la matriz disciplinaria. La referencia consiste en la relación del uso de los

¹³ Boyd define una matriz disciplinaria como un conjunto de prácticas inferenciales con una base común de recursos conceptuales. (1999 pp. 148)

¹⁴ Boyd, (1999 pp 146)

términos y la clase natural en el marco de las demandas de acomodación. Por ejemplo, la referencia a las especies satisface las demandas de la biología del momento en que este concepto refleja, en forma contingente, las propiedades y los mecanismos causales que determinan los fenotipos y otras propiedades y relaciones de los organismos. En ello se funda la naturalidad y la realidad de las clases naturales...

...”me encontré a mí mismo proponiendo una concepción de la referencia según la cual ciertas relaciones entre un término en uso y, digamos, una clase natural son *constitutivos* de la relación de referencia sin que ninguno de ellos sea necesario para la referencia se dé. Así me comprometí con la postura de que la relación de referencia no es definible en términos de condiciones necesarias y suficientes”.¹⁵

El modelo es aplicable a categorías históricas como las especies biológicas que son paradigmáticas y también a otros taxones de mayor rango de la categoría de género. Se aplica a los eventos geológicos, meteorológicos, las revoluciones sociales y otros que son, según Boyd, requeridas por las ciencias inexactas, desaliñadas y parroquiales.

En disciplinas como la geología, la biología y otras, somos bastante incapaces de formular leyes exactas” pero sí es posible la identificación de generalizaciones causalmente sostenidas. (Boyd 1991, p. 152)

Realismo

La noción de acomodación clarifica el significado de realismo ya que según Boyd problemas como “realidad” o “realismo acerca de” son siempre asuntos de acomodación. Distintas descripciones del mundo natural no socavan la objetividad de la ciencia natural. Distintas descripciones y definiciones de especie no afectan su realidad y su poder explicativo.

Entre las planteadas destaco cuestiones abiertas para la continuidad de la reflexión filosófica :

1. Una metafísica naturalista de la especie es explicativa. La homeostasis aplicada a las especies requiere que el agrupamiento homeostático obedezca a la presencia no azarosa de las propiedades y sólo así puede decirse que los grupos son naturales. Una especie, en la teoría biológica moderna, es producto de un proceso de selección natural o de una cadena de antecesores y descendientes (filogénesis). Así, mientras que en la teoría de Boyd la homeostasis es una construcción teórica que explica la razón de que una especie como clase natural se

¹⁵ Boyd (1999 pp 143)

mantenga como una configuración estable de propiedades, los mecanismos causales son investigados por la ciencia empírica.

2. El logro epistémico y la confiabilidad de la ciencia son hechos. El éxito de la ciencia en acomodar su lenguaje al mundo depende de que existan los mecanismos causales. Pero depende también de las competencias cognitivas y de factores sociales como el uso del lenguaje en la práctica. No hay lugar para una dicotomía radical sujeto y objeto de conocimiento. Es a través de la práctica científica que se da el resultado explicativo que permite el fenómeno de acomodación entre los esquemas clasificatorios, los términos de clases naturales y el mundo. La práctica es una categoría que participa del realismo sostenido por Boyd:

“...debemos pensar las clases naturales mismas como *artefactos* sociales utilizados para lograr una adecuación apropiada o acomodación entre las prácticas inductivas y explicativas y las estructuras causales relevantes” (Boyd 2002).

3. Un tipo de esencialismo es viable. Boyd rechaza las propiedades intrínsecas. Pero admite que algunas de las clases naturales, las caracterizadas por propiedades proyectables tienen esencias reales, a posteriori, empíricamente descubiertas o posibles. Es un cambio de significado radical con respecto a las esencias en sentido tradicional pero también difiere de las definiciones de clases naturales rígidas y delimitadas con precisión. En lo que asume como su concepción alternativa de esencialismo el rol esencial lo cumple, en las especies sexuales, el intercambio de material genético que contribuye a la unidad homeostática con otras propiedades de los organismos y esto se refleja en la definición. Boyd, (1991).

Una reflexión final

Vuelvo a la diferencia □ señalada al comienzo □ entre las especies concretas o taxones y el concepto de especie como categoría en un rango de la jerarquía. No hay duda de que hay especies como los grupos mencionados, las dos especies de cisne, *Cygnus olor* y *Cygnus atratus*. Pero por qué se consideran distintas especies? La pluralidad de conceptos de especie por la pluralidad de criterios lleva a dudar de que el concepto tenga un referente real. Ahora bien, si la pluralidad de criterios debe dar cuenta de la variación fenotípica de los organismos que se da entre distintas especies –variación que también ocurre dentro de la misma especie- el criterio de homeostasis causal parece resolver el problema de la pretendida artificialidad del concepto de especie. Ello está implícito en la idea de Boyd, (1999) de que la homeostasis en el nivel de especie conecta los factores

causales responsables de la distribución estadística de los fenotipos compartidos por los miembros. Ello asegura la aplicabilidad empírica de los términos de clase natural y su articulación en la estructura de una teoría científica.

Con la propuesta de Boyd la formación de conceptos biológicos y la noción científica de especie biológica están reabiertos para el análisis filosófico. En su aspecto empírico depende de teorías biológicas y su carácter explicativo. En su aspecto conceptual remite al significado de los términos. En tanto que los factores epistémicos dan acceso a las descripciones y generalizaciones verdaderas pero no definitivas de la ciencia .

La opción entre monismo o pluralismo no es forzosa. Boyd incluye el pluralismo sobre la especie en el marco la homeostasis causal. Reemplaza así a la esencia como principio unificador. El realismo apropiado para la ciencia, según Boyd, se expresa en esta afirmación meta filosófica:

...las prácticas sociales humanas no hacen ninguna contribución no-causal a la estructura causal del mundo, y son de esa manera metafísicamente inocentes.¹⁶

Las clases naturales anidan en una trama epistémica y a la vez, causal.

Bibliografía

- Boyd, Richard, (1991) "Realism, anti-foundationalism, and the enthusiasm for natural kinds" *Philosophical Studies* 61 pp. 127-148.
- Boyd, R., (1999). "Homeostasis, species, and higher taxa. En Wilson, R. (ed). *Species, New Interdisciplinary Essays*, Cambridge, MA: Bradford / MIT.Press. pp. 141-185.
- Boyd, R. (2002). "Scientific Realism". *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <http://plato.stanford.edu/>
- Bunge, M. (1987) "Biopopulations, not biospecies, are individuals and evolve". *Biology & Philosophy*. 2 pp. 284-285.
- Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: The empirical consequences of alternative species concepts for understanding pattern and processes of differentiation.

¹⁶ "...human social practices make no non-causal contribution to the causal structure of the world, and are in that way metaphysically innocent". Boyd (2002).

- En Otte, D. y Endler, J. 1989. *Speciation and its consequences*. Sinauer Assoc. Inc. Mass. USA.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 1st ed. John Murray, London.
- de Queiroz, K. (1998) "The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation. A conceptual unification and terminological recommendations". pp. 57-75 en D. J. Howard and S. H. Berlocher, eds. *Endless Forms. Species and Speciation*. Oxford University Press, New York.
- Dupré, J. (1999) "On the impossibility of a monistic account of species". En Wilson, R. (ed) . *Species, New Interdisciplinary Essays*, Cambridge, MA: Bradford/MIT. pp. 3-22.
- Ereshefsky, M. (1992) ." Elimination pluralism". *Philosophy of Science* 59 pp. 671-690.
- Ghiselin, M. T. (1974) "A radical solution to the species problem". *Systematic Zoology*. 23: 536-544.
- Griffiths, P.(1999) " Squaring the circle: Natural kinds with historical essences". En Wilson, R. (ed) . *Species, New Interdisciplinary Essays*, Cambridge, MA: Bradford/MIT.Press. pp. 209-228.
- Hull, D., 1965, "The Effect of Essentialism on Taxonomy: Two Thousand Years of Stasis", *British Journal for the Philosophy of Science*, 15, pp. 314-326, y 16 pp.1-18.
- Kripke, S. 1972. Naming and Necessity. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- Lehman, H. (1967) "Are biological species real?" *Philosophy of Science*, 34 pp. 157- 167.
- Mayr, E. (1942) *Systematics and the origin of species from the viewpoint of a zoologist*. New York: Columbia University Press.
- Mayr E (1996) What is a Species, and What is Not? *Philosophy of Science*, 63 pp. 262-277
- Putnam, H.(1975) *The meaning of 'meaning'*. *Mind, Language and Reality: Philosophical Papers*. Cambridge University Press. New York. pp. 215-271.
- Reig, O. A. (1982) "The reality of biological species: a conceptualistic and a systemic approach" En J. Los & H Pfeifer (eds), *Proceedings of the 6th. International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science: 479-499*. D. Reidel Publishing Co. Dordrecht, Holland.
- Rosch, E. H. (1999) Principles of categorization. En Margolis, L y S. Laurence (ed). *Concepts*. U.S.A. MIT Press. pp. 189-205.

- Santilli, E . (2002) “Categorías biológicas y taxonomía *folk*.” En: *Horenstein, N., L. Minhot y H. Severgnini. Epistemología e Historia de la ciencia*. Vol. 8. pp. 341-348. Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba.
- Wiens, J. J. (2004) “Notes and Comments . What Is Speciation and How Should We Study It? “ *The American Naturalist*. vol. 163, no. 6 junio 2004 pp. 914-923.
- Wilson, R.A. (1999) “Realism, essence, and kind: Resuscitating species essentialism?” En Wilson, R. (ed) . *Species, New Interdisciplinary Essays*, Cambridge, MA: Bradford/MIT.Press. pp. 187-208.

Representar interviniendo: simulaciones experimentales en la filosofía natural de Robert Boyle

Hernán Severgnini
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET

Introducción

La idea de que “el experimento tiene vida propia” podría estar entre las tesis más importantes que Hacking intenta justificar en su *Representar e Intervenir*.¹ La colección de casos históricos que, por ejemplo, en su capítulo sobre *Experimentación*, podemos encontrar en apoyo de esta tesis, no sólo muestra erudición en cuanto a la historia de la ciencia, sino que además nos conduce a ver esta historia desde el punto de vista del experimentador o laboratorista.

Pareciera que estoy de acuerdo con esta tesis de Hacking, y es así, salvo por un detalle, que me propongo examinar en este trabajo. Y es en particular un detalle de tipo histórico, una afirmación al pasar que hace Hacking en ese capítulo sobre el experimento. Se trata de su percepción de Robert Boyle como “un teórico que experimentó”, frente a su visión de Robert Hooke como “un experimentador que teorizó”.² Aunque serviría como parámetro de comparación, no me detendré en el caso de Hooke. Me voy a centrar en evaluar si la tesis acerca de la vida propia del experimento es o no aplicable al caso de Boyle, y en qué sentido.³

Algunos historiadores y filósofos de la ciencia, que han visto más de cerca el caso de Boyle, discuten acerca de cuál sería la “representación” a la que Boyle adhiere. Y esta discusión nos servirá para ver en qué sentido sus “representaciones” (y su adhesión a ellas) dejaban o no que sus “intervenciones” tuviesen vida propia. Así intentaré mostrar que, según cómo entendamos la hipótesis mecánico-corpúscular en Boyle, mucha de su práctica experimental se ubicará o bien al margen de sus representaciones mecanicistas, o bien dando origen y contribuyendo a una representación mecánica del mundo.

¹ Hacking (1986).

² Cfr. *ibid.*, pp. 150s.

³ Para una exposición más completa de qué entiende Hacking sobre la tesis de la vida propia del experimento, véase Hacking (1992).

Una discusión entre historiadores

En el simposio celebrado en Sydney, Australia, en 1997, sobre la obra de Alan Chalmers, dos historiadores, Peter Anstey y Andrew Pyle, discutieron uno de los trabajos de Chalmers (1994) titulado “The Lack of Excellency of Boyle’s Mechanical Philosophy”. En ese artículo Chalmers había considerado que la dicotomía mecanicismo y práctica experimental en Boyle era una prueba histórica (o un tipo de ilustración) de la tesis de Hacking sobre la vida propia del experimento. Allí Chalmers presenta una interpretación de Boyle como un mecanicista, cuya adhesión teórica a ese mecanicismo no sólo no tenía nada que ver con su práctica experimental, sino que además la obstaculizaba. En términos de Chalmers, la filosofía mecánica en Boyle es *redundante* e inútil, una mera retórica sin empiria, y además *obstaculiza* el desarrollo de su ciencia experimental.

El punto de Chalmers está en que, en Boyle, efectivamente el experimento tiene vida propia porque “la representación” (i.e., la hipótesis mecánico-corpúscular) no juega ningún papel en él. Entonces vale también para Chalmers la afirmación de Hacking de que Boyle fue un teórico que experimentó. Pero entiéndase que fue un teórico que experimentó al margen de su teoría, más allá de ella, y haciendo prácticamente caso omiso de ella. Por eso Boyle también podría ser entendido como un experimentador que teorizó. Esto lo permitiría la primera tesis de Chalmers, la que dice que la hipótesis mecánico-corpúscular en Boyle es *redundante e inútil*, no guardando *ninguna relación* con su experimentación. Esta tesis de la redundancia, como la llama Pyle, ubicaría a Boyle tanto del lado del experimentador como del lado del teórico. O más bien, más cerca del experimentador.

Para ser breves, ambas tesis en Chalmers se basan en considerar que Boyle, en algunas obras, definió por un lado, lo que se debe entender por hipótesis mecánico-corpúscular (algo con lo que Hacking acordaría, a saber, que “Boyle tenía una visión especulativa del mundo como hecho de pelotitas saltarinas”⁴), y por el otro, también definió qué se espera tanto de una buena hipótesis como de la mejor hipótesis.

Al comparar tal definición de la hipótesis mecánica en Boyle (según ciertas obras) con su uso efectivo según lo que se espera de ella, Chalmers constata que Boyle no sólo no hace un uso efectivo de tal hipótesis a la hora de ofrecer explicaciones últimas de fenómenos, sino que en muchos casos ofrece explicaciones no-mecánicas de ellos (según *esa* definición de “mecanicismo”). Aquí muestra Chalmers tanto la no vinculación como la obstaculización del

⁴ Cfr. Hacking (1986, p. 151).

mecanicismo frente a la práctica experimental: no es útil para explicar, y además juzga que otras explicaciones alternativas no son explicaciones mecánicas.

Andrew Pyle y Peter Anstey objetan, en líneas generales, el hecho de que Chalmers haya visto que Boyle era un mecanicista de cierto tipo (y no de otro).⁵ Ambos señalan que la restricción en el uso de las fuentes por parte de Chalmers no le permitió ver que, más allá de las definiciones y presentaciones programáticas del mecanicismo en ciertas obras de Boyle (por ejemplo en *The Origine of Forms and Qualities*), podemos encontrar que tenía una versión “amplia”, “familiar”, “burda” de mecanicismo. Según esta versión, la representación mecánico-corporal que Boyle tiene del mundo incluye ciertas nociones (que podríamos llamar con Hacking “conceptos experimentales”) que no son *estrictamente* mecánicas.

Así, en esta discusión de tres, surgen dos versiones del mecanicismo en Boyle: la técnica o estricta (la que Chalmers le atribuye), y la amplia, familiar (la que le atribuyen Pyle y Anstey). Si vemos más de cerca, según se entienda cuál versión es a la que efectivamente Boyle adhirió, su interpretación como un experimentalista al margen de la teoría varía notablemente. Nos dedicaremos a eso ahora.

Rigorista o flexible

La interpretación cartesiana que Chalmers hace del mecanicismo boyleano claramente lleva a que sus tesis de la redundancia y de la obstaculización permanezca incuestionable. Boyle sin duda no ofreció explicaciones últimas de ciertos fenómenos en términos mecánicos estrictos (i.e., en términos de cualidades primarias mecánicas). Basta mirar algunas de sus historias naturales sobre química para ver que simplemente sostenía que tales fenómenos “seguramente se deberán a cualidades mecánicas de las sustancias que intervienen en una reacción química”.⁶ Por cualidades mecánicas sólo entiende, en este caso, tamaño, forma, movimiento o reposo y, una cualidad mecánica relativa (o emergente de compuestos), la textura. Así, es cierto que la hipótesis mecánica, *en sentido estricto*, no permite ofrecer ninguna explicación satisfactoriamente cierta de los fenómenos observados, por ejemplo, en el dominio de las reacciones químicas. Y esto por una sencilla razón: no es posible observar si ocurre efectivamente lo que tal explicación postula como causa.

Así, para Chalmers, los experimentos químicos son un ejemplo de cómo la hipótesis mecánico-corporal, en sentido estricto, no cumple ningún papel no

⁵ Cfr. Pyle (2002) y Anstey (2002).

⁶ V. gr., *Experiments, Notes &c., about the Mechanical Origine of Qualities*, en BW H&D (1999-2000, VIII, p. 484).

sólo frente a la explicación de fenómenos, sino tampoco frente a la sugerencia de la creación de nuevos fenómenos. Hasta aquí la tesis de la *redundancia* o *inutilidad*.⁷

La cuestión se vuelve más grave cuando Boyle explica ciertos fenómenos apelando a nociones no estrictamente mecánicas, como la de “peso”, “gravedad”, “magnetismo”, “electricidad”, y algunas más. Según Chalmers, ciertos fenómenos del dominio de la hidrostática⁸, neumática, por ejemplo, no sólo no son explicados por cualidades estrictamente mecánicas, sino que son explicados apelando a estas nociones no-mecánicas en principio. Y si Boyle hubiese sido riguroso, no debería haber aceptado tales explicaciones. Por ello, concluye Chalmers, la hipótesis mecánica en Boyle no sólo no es “excelente”, sino que tampoco es muy buena.⁹

Sin embargo, “los flexibles” Pyle y Anstey, nos muestran otra cara de la relación entre experimento y teoría mecánica en Boyle. Ciertamente resulta indiscutible que, en sentido estricto, las nociones de “gravedad”, “peso”, “elasticidad”, y otras más *no son estrictamente* mecánicas. Pero si apelamos a la noción de “mecánico” como análogo a “máquina”, uno puede ver que las máquinas (v.gr., un reloj de péndulo) se construye con pesos y resortes; por otra parte, en su fabricación debemos considerar también la gravedad, etc. Así, tales nociones podrían considerarse como “conceptos mecánicos” en este sentido de la analogía con la máquina.

Como ejemplo, cuando Boyle discute con el jesuita Franciscus Lynus y paralelamente evita discutir con Henry More, hay algo que se trasluce en su actitud. Lynus afirmaba que el espacio torricelliano por encima de la columna de mercurio del barómetro no era un espacio vacío, sino que allí se formaba un “hilo” (“*funiculus*”) de mercurio enrarecido, que sostenía a la columna evitando que cayera.¹⁰ Uno puede entender qué cosa es un hilo, una soga. Las usamos con frecuencia; es familiar para nosotros. Y en este sentido son claros y comprensibles algunos de sus comportamientos. Para Boyle el “*funiculus*” de Lynus era un concepto mecánico, era una explicación mecánica del fenómeno torricelliano. Sin embargo, cuando More apela a la existencia de espíritus inmersos en los cuerpos

⁷ Cfr. Chalmers (1993, pp. 552s).

⁸ Paradójicamente, Boyle consideraba a la hidrostática como el paradigma de las disciplinas mecánicas.

⁹ Aquí Chalmers se refiere a los ensayos de Boyle *The excellency and grounds of the mechanical hypotehsis* (BW H&D (1999-2000, VIII, pp. 100ss)) y *Requisites for a good hypothesis*, del cual se conservan sólo fragmentos, publicados en Boas Hall (1965, pp. 134s).

¹⁰ Cfr. *A Defence of the Doctrine touching the Spring and Weight of the Air*, en (BW TBa, I, pp. 76ss).

materiales o en el “vacío boyleano”, espíritus que posibilitan muchos de los fenómenos que Boyle mostraba en su bomba de aire, Boyle “pide” a More que no considere que sus experimentos son ilustración o prueba para su hipótesis “panteísta”. La noción de un “espíritu de la naturaleza” operando en fenómenos neumáticos no es una noción mecánica, simplemente porque no es comprensible. Y por lo tanto, More no es un interlocutor válido para Boyle. More tomó entonces el toro por las astas y atacó a Boyle diciéndole lo que Chalmers le dice: usted me endilga a mí apelar a nociones no comprensibles en términos mecánicos, cuando usted las usa todo el tiempo, por ejemplo cuando afirma que el aire tiene “elasticidad” y “peso”.

Esta anécdota ilustra algo a donde queremos llegar: Boyle consideró como explicaciones válidas mecánicas a aquellas que eran comprensibles en términos de mecanicismo-máquina, por llamarlo de algún modo. En *An Hydrostatical Discourse*, Boyle responde a la objeción de More de su uso de la noción de gravedad, diciendo:

“...puesto que tales tipos de explicaciones han sido consideradas mecánicas desde hace tiempo, puesto que se fundamentan en las leyes de la mecánica; yo, que usualmente no discuto sobre nombres, acepto que esto sea así: y [sostengo] que mi presente explicación es mecánica, hasta donde lo intento, y en el sentido usual de esa expresión...”¹¹

Boyle acepta que de momento no puede determinar cuáles son las causas últimas de la gravedad, el peso, o la elasticidad misma. Pero a pesar de este límite temporario en el conocimiento de las causas, las nociones en cuestión resultan ser familiares a cualquiera que opere con máquinas, y por su familiaridad y claridad, pueden formar parte de explicaciones válidas de ciertos fenómenos. No así el “espíritu de la naturaleza” de More, o las formas sustanciales aristotélico-escolásticas.

Podríamos apelar a una serie de otros lugares, que, por brevedad, omito aquí, pero que mostrarían ese uso que hace Boyle de nociones “vulgarmente mecánicas”, aunque no “estrictamente mecánicas” en términos de Chalmers. Si se acepta que Boyle adhirió a tal modalidad de hipótesis mecánica, también se concederá que la relación entre experimento y teoría, bajo esta noción “familiar” de teoría mecánica, cambia drásticamente.

¹¹ *An Hydrostatical Discourse*, BW TB (1772, III, p. 601).

Teoría, experimento y simulaciones

Las nociones “no-mecánicas” a las que Boyle apela, y que de algún modo extienden el lenguaje de lo mecánico, resultan ser, como lo señala para algunas de ellas, no sólo cuestiones de hecho, sino además nociones experimentales. De hecho, el establecer como cuestión de hecho, v.gr., la elasticidad del aire, implica que esa noción puede ser utilizada para explicaciones de otros fenómenos. Pero dicha noción se establece como hecho en el contexto de la experimentación. Las series de experimentos sobre esta propiedad del aire dieron lugar a que ésta fuese considerada como un hecho incuestionable y como causa segunda de otros muchos fenómenos que Boyle observa en su bomba de aire.

Claramente dicha noción, junto con la experiencia de que el aire es elástico, surge de la manipulación de un instrumento y de los variados diseños experimentales que éste permitió. En la manipulación del émbolo exhaustador, Boyle con frecuencia señala que “la elasticidad disminuye a medida que el aire está más rarificado”, y “mide” o constata esta relación inversa por la resistencia que experimenta para exhalar, por la fuerza creciente que tiene que hacer para extraer una última porción de aire. El concepto en sí mismo tiene notas que le vienen exclusivamente de la manipulación experimental.

Otros conceptos no-mecánicos, como el de “peso” o “magnetismo”, simplemente se constatan o bien cotidianamente, o bien con otros instrumentos. Pero una vez incluidos en el acervo familiar de palabras, una vez que nos hemos familiarizado con estos “hechos”, su uso para explicar fenómenos resulta ser legítimo.

En este sentido, entiendo que la construcción de una representación mecánica del mundo, en el sentido de esta analogía con la máquina y el instrumento, surge en gran medida de la manipulación instrumental, o más hackinariamente, de la intervención en sus distintos niveles. La utilización de instrumentos y dispositivos experimentales, y los resultados, incluso los imprevistos, que eventualmente arrojan permiten incluir, corregir incluso, la representación que nos hacemos de los fenómenos. Y a la inversa, esta concepción mecánica, extendida por la analogía con la máquina, actúa como una heurística a la hora de sugerir el modo cómo nos representamos algunas porciones del mundo que nos son inaccesibles.

Un caso ilustrativo nos permitirá entender esta última afirmación: uno de los problemas clave que Boyle trata en *Certain Physiological Essays*, en particular en *The History of Fluidity and Firmness*, es el de la cohesión de la materia.¹² Obviamente se trata de un problema microscópico, en el sentido de que a Boyle le

¹² Cfr. BW H&D (1999-2000, II, pp. 150ss).

interesan las causas a nivel microscópico del hecho de que ciertas sustancias sean sólidas. Es consciente de que no puede diseñar un experimento ni acercarse a observar directamente la causa de la cohesión o solidez a este nivel. Pero sí puede diseñar un modelo, una simulación, que permita entender esta propiedad de la materia. Si dos placas rectas de mármol perfectamente pulidas y levemente aceitadas se ponen en contacto y guardan una posición horizontal, permanecerán cohesionadas mientras se mantenga la presión externa de aire y su posición horizontal, y mientras no se añada un peso excesivo a la placa inferior. Puestas las placas en la bomba de vacío, y exhaustado el receptáculo, las placas se separan, probando así que una de las variables intervinientes en la cohesión es la presión externa del aire. Además de esta variable en juego, apelará al reposo de las partes en contacto, la posición horizontal de contacto, la textura de las partes, etc.¹³

Lo que interesa de este ejemplo es, por un lado, que Boyle considera que apelar a la presión del aire (entre otras variables) para explicar la cohesión de algunos cuerpos, la hace una explicación mecánica *posible*¹⁴, puesto que dicha noción fue constatada experimentalmente por la manipulación de un instrumento y sus resultados, y así establecida como una cuestión de hecho. Por otro lado, entiende que un dispositivo experimental como el mencionado es una simulación o modelo macroscópico de lo que ocurre a nivel microscópico. Chalmers señalaba que el problema clave del mecanicismo de Boyle es que no puede realizar la transición, o el razonamiento subrogatorio que va desde la simulación a lo simulado. Boyle parece no tener problemas de hacerlo en este caso.¹⁵

Además del hecho de que la representación o simulación guarda una relación isomórfica (por momentos algo ingenua) con lo simulado, lo importante aquí es que tal representación se da a partir del ámbito experimental.

Conclusión

La pregunta que guiaba este trabajo era si la tesis hackiniana que Chalmers atribuye a Boyle funciona. Está claro que lo expuesto aquí difiere de la interpretación que Chalmers tiene de la hipótesis mecánica y sus funciones en Boyle. Lo que merece ser enfatizado aquí es que, aceptando la interpretación de

¹³ Cfr., *ibid.* p. 162.

¹⁴ Enfatizo este término, puesto que Boyle es consciente de que una simulación, por más que funcione, no puede ofrecer más que una explicación plausible de lo simulado, plausible puesto que lo simulado resulta inaccesible.

¹⁵ Como muestra Anstey, y como puede verse en otras obras de Boyle, v.gr., *New Experiments about Respiration*, el uso de modelos y simulaciones no sólo se aplica al ámbito del mundo microscópico, sino también al biológico. Cfr. BW TB (1772, III, p. 384).

Pyle y Anstey sobre dicha hipótesis, resulta claro que esta representación mecánica del mundo se ha construido en gran medida a partir de la experimentación con máquinas e instrumentos diseñados a propósito, y que en la manipulación de éstos, y en los resultados que arrojan, Boyle ha estado representando. El ejemplo de la cohesión, que es una serie de experimentos, nos muestra que, mientras se experimenta, se representa.

Es cierto que en el caso de Boyle, el hecho de que la hipótesis mecánica esté tan ligada al experimento y sus “nociones experimentales” hace de esta hipótesis algo más perentorio, sujeto a los vaivenes de los resultados de laboratorio. Pero este hecho muestra más claramente que Boyle no fue un teórico y a la vez un experimentador con características esquizofrénicas. El hecho de incluir en la hipótesis mecánica el “factor máquina” (como lo llama Anstey), acerca notablemente, y de la manera que intenté mostrar, la representación a la intervención.

Por otra parte, la hipótesis mecánica juega un rol heurístico, como muestra Anstey, y opera como una restricción del lenguaje utilizado en las explicaciones, como muestra Pyle. Así, dicha hipótesis no sólo sugiere ideas y diseños a la práctica experimental, sino también restringe el tipo de conceptos que se utilizan para dar cuenta de sus resultados.

Por ello, afirmar que “en Boyle el experimento tiene vida propia” (como dice Chalmers) o decir que “Boyle fue un teórico que experimento” (como dice Hacking), es algo exagerado. En muchos casos Boyle construye la representación (y hablo de las nociones que la integran) a partir del experimento y del comportamiento de sus máquinas, y entonces, si decimos que el experimento tiene vida propia en Boyle, la tiene porque, en gran medida, da vida y contenido a la representación.

Bibliografía

- Anstey, P. (2002), "Robert Boyle and the Heuristic Value of Mechanism", *Studies in History and Philosophy of Science* 33, 161-74.
- Boas Hall, M. (1965), *Robert Boyle on Natural Philosophy*, Indiana: Indiana University Press.
- BW. H&D. (1999-2000), *The Works of Robert Boyle*. Hunter, M. & Davis, E. (eds.), London: Pickering & Chatto. 14 vols.
- BW. TB. (1772) *The Works of the Honourable Robert Boyle*. Birch, T. (ed.), London, 6 vols.
- BW. TBa.(1744), *The Works of the Honourable Robert Boyle*. Birch, T. (ed.), London, 5 vols.

- Chalmers, A.. (1993), "The Lack of Excellency of Boyle's Mechanical Philosophy". *Studies in History and Philosophy of Science* 24(4), 541-64.
- Hacking, I. (1986), *Representing and Intervening: Introductory topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, I. (1992), "Do Thought Experiments Have a Life of Their Own? Comments on James Brown, Nancy Nersessian and David Gooding", *PSA* 2, 302-08.
- Pyle, A. (2002), "Boyle on Science and the Mechanical Philosophy: a Reply to Chalmers", *Studies in History and Philosophy of Science* 33, 175-90.

O realismo kepleriano das hipóteses astronômicas

Claudemir Roque Tossato
Pós-doutorando da USP
Bolsista da FAPESP

Introdução:

O objetivo desta comunicação é empreender uma pequena apresentação do caráter realista apregoado por Kepler (1571 – 1631) envolvido na formulação das hipóteses astronômicas no processo de obtenção das chamadas leis dos movimentos planetários.

Para a realização deste objetivo, este texto está dividido em duas partes. A primeira trata do estatuto das hipóteses astronômicas no período anterior aos trabalhos keplerianos, na qual ressaltamos a visão instrumentalista que prevalecia como critério metodológico para essa ciência. Na segunda, apresentamos os elementos epistemológicos e metodológicos keplerianos, que se mostraram contrários à postura instrumentalista.

Astronomia e cosmologia na época de Kepler:

A situação epistêmica-metodológica da astronomia e da cosmologia no alvorecer do século XVII alicerçava-se fundamentalmente em dois aspectos: o primeiro era a falta de um programa de pesquisa único, impar, isto é, a cosmologia aristotélica e a astronomia ptolomaica já não eram os únicos pilares para a sustentação do conhecimento cosmológico e astronômico, pois, há mais de cinquenta anos, bem ou mal, o copernicanismo, que tanto ia contra a física defendida pelos aristotélicos quanto solapava o uso de alguns artifícios matemáticos destinados à “salvar os fenômenos” usados pelos ptolomaicos, já ocupava um pequeno espaço entre os astrônomos; mas faltava, contudo, um aprimoramento e desenvolvimento do copernicanismo original; este ressentia de pensadores que percebessem toda a sua potencialidade para resolver problemas que vinham se avolumando ao longo dos séculos; era um programa novo que sugeria diversos meios, principalmente cosmológicos, para a resolução de anomalias e de incompatibilidades quando se analisa a física aristotélica em conjunto com a astronomia ptolomaica. O segundo aspecto, um pouco mais

complexo, provinha do resultado dado pela postura de indecidibilidade acerca de quais hipóteses expressam realmente a verdade dos fenômenos celestes, isto é, tinha-se o predomínio do instrumentalismo na metodologia aceita nesta época na ciência astronômica. Tal postura apregoava a impossibilidade de escolha, impossibilidade de decisão, acerca de qual ou de quais hipóteses sobre os movimentos planetários são verdadeiras ou quais são falsas; admitia-se, dessa maneira, que as hipóteses astronômicas eram meras construções matemáticas (geométricas), símbolos que não correspondem ao que de fato acontece no mundo supra-lunar. Tais símbolos são os bem conhecidos excêntricos, epiciclos, deferentes, equantes etc.

A origem desta postura pode ser atribuída, como comumente ficou conhecida, a Platão, que lançou aos astrônomos de sua época, e que se manteve até os trabalhos de Kepler, uma questão que condicionou os sistemas astronômicos. A questão era a de saber qual é ou quais são os movimentos circulares e uniformes que devemos postular para corrigir as irregularidades constatadas observacionalmente apresentadas pelos movimentos planetários, isto é, quais são os movimentos circulares e uniformes que devemos admitir para “Salvar as Aparências”, este é o chamado axioma platônico. Tal axioma pode ser apreciado segundo as palavras de Simplicio:

Platão admite, em princípio, que os corpos celestes se movem com um movimento circular, uniforme e constantemente regular; ele coloca então este problema aos matemáticos: quais são os movimentos circulares, uniformes e perfeitamente regulares que convém tomar como hipótese, a fim de poder salvar as aparências apresentadas pelos planetas? (Simplicio, apud Duhem (1984), p. 7).

Esse axioma pode ser entendido como um princípio de inteligibilidade para dar conta das irregularidades apresentadas pelos planetas, sendo que as principais eram a alternância periódica de tempos no percurso do planeta (este não percorre distâncias iguais em tempos iguais, o que fere a postulação de movimentos uniformes) - esta irregularidade foi denominada de primeira desigualdade; e o movimento retrógrado, que aparece quando o planeta perfaz um movimento em sentido contrário ao dos signos do zodíaco (o que não corresponde à idéia prévia de circularidade) - tal irregularidade foi chamada de segunda desigualdade. Assim, podemos caracterizar a função do astrônomo dessa época como aquele que elaborava hipóteses que ajustavam essas desigualdades ao axioma platônico; sua tarefa era saber quais são os movimentos circulares e uniformes que se devem tomar como hipóteses com o objetivo de “Salvar as Aparências”.

O maior astrônomo da antiguidade foi Ptolomeu que, apesar de retirar o uso do axioma platônico do centro físico de movimentos com a postulação do *equante*,

procurou adequar as observações astronômicas ao princípio de circularidade e uniformidade, de modo que as observações não tinham o caráter de determinar que espécie de forma as órbitas dos planetas percorrem, mas elas deveriam ser corrigidas pelo modelo prévio de circularidade e uniformidade. Esse aspecto será, como veremos abaixo, duramente criticado por Kepler, que considerará as informações observacionais como básicas para a elaboração de descrições das órbitas planetárias.

No centro da postura metodológica instrumentalista está o forte argumento da impossibilidade do intelecto humano poder gerar conhecimento conclusivo sobre os fenômenos dos céus, substituindo tal critério pelos de adequação empírica, simplicidade, testabilidade e precisão (algo que, ressaltamos, um realista também considera) e, por outro lado, algo que não aceita um realista, desconsidera as causas físicas, e as hipóteses não contêm valor de verdade.

De fato, a adequação empírica determina que modelos distintos salvam igualmente os fenômenos, podemos ter, para qualquer planeta, um modelo que utiliza excêntricos e outro que utiliza epiciclos com deferentes, e ambos obtêm o mesmo grau de adequação. Assim, qual sistema de representação é o verdadeiro? Pode-se perguntar.

Se é assim, a astronomia voltou-se mais para a prática e, de uma certa forma, pouco considerou os aspectos cosmológicos, importando-os dos filósofos naturais quando necessário, pois segundo as palavras de Geminos:

Frequentemente o físico se prenderá à causa e levará sua atenção ao poder que produz o efeito que ele estuda, enquanto o astrônomo tirará suas provas das circunstâncias exteriores que acompanham esse mesmo efeito; ele não tem a capacidade de contemplar a causa que produz a forma esférica da terra e dos astros (...) Não cabe ao astrônomo, portanto, de modo algum, conhecer qual corpo está em repouso por natureza, e de que qualidades são os corpos móveis; ele coloca como hipótese que tais corpos são imóveis, que tais outros estão em movimentos, e examina quais são as suposições com as quais concordam as aparências celestes. É do físico que ele obtém seus princípios, princípios segundo os quais os movimentos dos astros são regulares, uniformes e constantes; depois, por meio desses princípios, explica as revoluções de todas as estrelas, tanto daquelas que descrevem círculos paralelos ao equador quanto dos astros que descrevem círculos oblíquos. (Geminos, *apud* Duhem (1984), p. 11).

Esta distinção entre métodos gerou uma repulsa violenta por parte de Kepler. E desta, um desenvolvimento do copernicanismo não como um sistema instrumental, mas como a estrutura física e dinâmica do universo.

III. O Estatuto das Hipóteses Keplerianas:

A defesa kepleriana do copernicanismo tem como alicerce os aspectos cosmológicos que este possibilitou. Deixando os aspectos eminentemente técnicos, pois nesse campo Copérnico manteve-se quase no mesmo patamar de Ptolomeu, só recusando o equante deste, mas substituindo-o pelo duplo epiciclo, Kepler volta-se para todas as novas possibilidades de entendimento que a colocação do Sol ao centro e a Terra dotada de movimentos, tais como os outros planetas, permitem.

Kepler foi o primeiro astrônomo a abandonar o padrão teórico de movimentos circulares e uniformes (axioma platônico). Esse feito foi alcançado após um longo trabalho de testes de hipóteses. Neste sentido, as conjecturas elaboradas por Kepler necessitaram satisfazer principalmente os seguintes dois pontos: 1) As hipóteses devem ser escritas em forma matemática, expressando os dados recolhidos pelo astrônomo dinamarquês T. Brahe, isto é, ao invés da matemática determinar construções teóricas para adequar os dados observacionais ao axioma de circularidade e uniformidade (que era comum na astronomia dessa época), ela deve procurar expressar, mediante leis gerais (leis tais como a forma do movimento e relações entre distâncias orbitais e tempos de percurso), as regularidades constatadas pelas observações dos movimentos planetários. 2) As hipóteses devem explicar o comportamento dos planetas em seus movimentos mediante princípios físicos, ou seja, explicar as inconstâncias, ou variações da velocidade em seu trajeto ao redor do Sol (Kepler realiza um tratamento dinâmico em astronomia).

Estes dois pontos, em conjunto, só podem ser aplicados, segundo Kepler, a um sistema que integre os seus componentes como uma rede, na qual as suas partes mantêm relações entre si e com o todo, pois a função das matemáticas é a de relacionar os componentes das órbitas dos planetas: suas velocidades e tempos em função do aumento ou da diminuição das distâncias ao Sol, por esse exercer uma ação física, uma força magnética nos planetas. Por exemplo, mediante as observações, Kepler detectou constâncias entre os percursos orbitais (áreas de partes da elipse) dos planetas, em relação ao tempo necessário para percorrer tal percurso, derivando, dessa forma, a sua segunda lei (lei das áreas, que afirma que áreas iguais percorrem tempos iguais); em resumo, a matemática é utilizada por Kepler como uma linguagem que não é apenas um instrumental para adequar os dados a um padrão teórico, mais do que isso, ela deve expressar e generalizar o que as observações nos informam: e elas nos informam que as órbitas dos planetas não são circulares e uniformes, mas que essas órbitas contêm relações que podem ser representadas como leis; neste sentido, para Kepler, a função do astrônomo, distintamente do que era aceito nessa época, procurar relações matemáticas que expressem os acontecimentos detectados pelas observações. Passando a imagem

da rede para a astronomia, nota-se que o Sol como centro de movimentos, ao invés da Terra, integra os movimentos dos vários planetas; tal como a questão, por exemplo, dos tempos periódicos: pode-se explicar que os planetas quanto mais afastados do Sol contêm um maior tempo periódico e isto porque estão mais afastados do centro, devido a suas distâncias, que aumentam, e da ação da força solar que diminui; neste sentido, os tempos periódicos aumentam conforme as distâncias ao Sol aumentam. Em outras palavras, o sistema solar kepleriano é uma malha de relações, e essas podem ser interpretadas mediante uma linguagem universal: as leis que valem para um planeta, Mercúrio, valem para Terra, para Vênus etc. Não se faz necessário o uso de qualquer artifício, seja o epícolo com deferente, duplo excêntrico, equante etc. (o que, lembremos, o uso desses, nos modelos geocêntricos, implica a elaboração de modelos isolados: cada planeta tem o seu modelo de artifícios, sem relação com os demais).

Se lembrarmos as palavras de Copérnico na carta dedicatória ao *De revolutionibus*, ao Papa Paulo III, quando Copérnico comenta acerca dos modelos geocêntricos, que “ não conseguiram descobrir ou concluir a partir desses círculos um fato de mais interesse. Ou seja, a forma do Universo e a justa simetria de suas partes, mas aconteceu-lhes como a alguém que fosse buscar a diferentes pessoas mão, pés, cabeça e outros membros, perfeitamente apresentados sem dúvida, mas sem formarem um corpo uno, e sem qualquer espécie de correspondência mútua entre si, de tal maneira que resultaria deles mais um monstro do que um homem.” (Copérnico (1984), p. 8), se aceitarmos essas palavras, veremos que o universo desenhado por Kepler, muito devedor a Copérnico, é o fruto de uma teoria simétrica, e, em termos mais específicos, uma cosmologia que integra tanto explicações quanto predições. A imagem de monstro criada por Copérnico para os modelos geocêntricos aponta para a necessidade de reformulação da própria imagem de mundo que se deve admitir, uma renovação metafísica sobre os princípios aceitos e uma renovação metodológica sobre os meios de se obter conhecimentos em astronomia. Uma rápida olhada no modo como Kepler obteve as suas duas primeiras leis, mostra-nos essas renovações.

Na *Astronomia Nova*, Kepler apresenta as suas duas primeiras leis, relatando todo o seu processo de elaboração. Essas leis foram determinadas mediante um processo de exaustão, isto é, Kepler investigou cada hipótese concernente aos movimentos planetários, seja quanto à forma desses movimentos, seja no que respeita às velocidades (constantes ou variáveis) em relação ao tempo de percurso da órbita. A partir de cada hipótese, procurou testá-las através dos dados de Brahe. Assim, se a hipótese correspondesse aos dados, Kepler a aceitaria, mas se não se ajustasse, substituiria essa por outra. Desta forma, ele inicialmente considerou o axioma platônico, ou seja, admitiu como hipótese que os movimentos planetários têm forma circular e realizam seu movimento de translação com uma

velocidade constante; a seguir, testou essa conjectura para com os dados de Brahe para o planeta Marte, notando que a circularidade e a uniformidade não se adequavam aos dados, isto é, os dados não corroboravam essa hipótese de circularidade e uniformidade. Kepler partiu, então, de outra hipótese, a de que o movimento não seria circular, mas teria uma forma ovalada, e, finalmente, testou a forma elíptica, que se adequou aos dados de Brahe. Em suma, Kepler partiu da aceitação do referido axioma platônico e foi paulatinamente abandonando-o, uma vez que tal suposição era incompatível com os dados observacionais; revelando então a verdade obtida através da experiência. Kepler operou uma conversão, passando a determinar sua teoria em função dos dados de observação. Portanto, a hipótese da elipsidade, e a hipótese de que os planetas percorrem áreas iguais em tempos iguais, tiveram como critérios para a sua elaboração os dados observacionais; isso representa que Kepler não tinha a intenção de construir hipóteses meramente voltadas para a adequação das observações ao axioma da circularidade e uniformidade, essas devem ser a expressão, o mais que real, dos acontecimentos observados.

Esse rápido resumo do procedimento kepleriano nos aponta para algo básico: sua postura é eminentemente realista. E se assim é, qual é o estatuto das hipóteses astronômicas? Ou melhor, como garantir que as hipóteses astronômicas não são apenas símbolos, mas que, de uma forma ou de outra, contêm algum valor de verdade? Como substituir o padrão instrumentalista pelo realista? E, mais importante, o que se ganha com isso? São várias questões que podemos colocar. E uma tentativa de resposta é que, para esse autor, as hipóteses não podem ser meras construções geométricas destinadas a determinar, mesmo que sejam com a melhor precisão possível, os posicionamentos planetários; elas devem, além disso, expressar a realidade dos acontecimentos celestes. Para tanto, tornava-se necessário suplantar a questão da equivalência observacional, que ocasionava a indecidibilidade para se apontar a veracidade ou falsidade das assertivas astronômicas. Dessa forma, deve-se garantir que há possibilidades de julgamento acerca das hipóteses astronômicas

Comentando o famoso prefácio de Osiander ao *As Revoluções dos Orbes Celestes*, de Copérnico, no qual é apresentada a defesa da postura instrumentalista para a astronomia, de maneira que as hipóteses copernicanas deveriam ser vistas como simples símbolos matemáticos, Kepler nos diz:

Eu conheço a opinião de que as hipóteses não são artigos sobre os fatos, mas bases para cálculos, de maneira que, mesmo que elas forem falsas, não se deve rejeitá-las desde que elas concordem com os movimentos aparentes.(...) Parece-me que nessas palavras do autor ocorre um claro equivoco sobre a palavra “hipóteses”. Pois, algumas hipóteses descritas

acima são, assim falando, pequenas alterações, sendo errado considerá-las como hipóteses, sendo que outras são verdadeiramente hipóteses astronômicas. Assim, quando no exemplo de Osiander, nos determinamos e relatamos a parte do círculo planetário a qual está ligada à metade do círculo dos zodíaco, é errado considerá-la como hipótese e ela não pode ser verdadeira ou falsa. Mas, quando nós procuramos um método para calcular a ascensão ou descensão de um planeta nas partes desiguais, podemos chegar a isso de várias formas, e assim construímos hipóteses com o propósito de determinar o que é primeiro: uns localizando o centro do círculo no centro do mundo, outros colocando um epiciclo em um concêntrico. Mas essas, de fato, não são hipóteses astronômicas, mas, sim, geométricas. Portanto, se algum astrônomo diz que o caminho [órbita] da Lua tem uma forma oval, temos uma hipótese astronômica. Mas, por outro lado, quando ele procura construir essa forma através de círculos, ele está se utilizando de hipóteses geométricas...Nenhuma dessas coisas [a opinião de Osiander] pode ser tomada seriamente quando nós conhecemos a natureza e diversidade das hipóteses. (Kepler, *apud* Jardine, 1979, pp. 164-165).

Essa crítica de Kepler a Osiander, apontada na citação acima, traz elementos importantes para a compreensão da palavra hipótese em astronomia. Kepler a distingue entre astronômica e geométrica. Essa distinção já era conhecida não tendo, assim, nada de novo, mas a aplicação que se pode fazer dela é que se torna diferente com a astronomia kepleriana. A astronomia antiga utilizou as hipóteses como sendo eminentemente geométricas, implicando na postura de que o estudo das ciências dos céus tem um forte apego com a geometria, deixando os aspectos físicos em segundo plano. A consequência dessa postura foi a consideração de que os movimentos dos planetas devem ser relacionados aos seus aspectos geométricos, isto é deve-se procurar determinar a forma de se obter uma órbita como circular ou uniforme ou composta de circularidade e uniformidade, considerado-se, portanto, as hipóteses geométricas como base para a construção do conhecimento astronômico.

Kepler, em contrapartida, considerou que hipóteses astronômicas devem ser entendidas como as relativas ao que ocorre de fato no mundo astronômico, isto é, aos aspectos físicos e dinâmicos dos movimentos dos corpos celestes e não aos procedimentos geométricos utilizados para se chegar aos conhecimentos astronômicos.

Isso fica muito claro pelo procedimento adotado na *Astronomia Nova*, quando Kepler considerou o princípio de circularidade e uniformidade como uma hipótese astronômica, e não um axioma, testando-o e não o utilizando por não ser adequado para a sua astronomia.

A possibilidade de fundamentação teórica para uma astronomia física, astronomia essa que se remete à tentativa de determinar as causas e descrições dos

movimentos planetários, alicerça-se na garantia de que o cosmo mantém, por uma relação necessária, suas regularidades, representadas pelas constâncias que ocorrem nos movimentos planetários. Sendo assim, como o cosmo é para Kepler necessariamente harmônico, isto é, garante que os movimentos não são feitos ao acaso, podemos falar de seus aspectos físicos, implicando que as hipóteses astronômicas podem ser relacionadas a eles. Em outras palavras, existe uma garantia metafísica para se formar discursos significativos sobre a realidade do mundo, pois sua função é, antes de tudo, argumentar que o mundo é regular, que os movimentos não são feitos ao acaso ou por causas totalmente desconhecidas. Com isso, a astronomia delimita o uso das matemáticas, da geometria, como sendo a expressão da estrutura que está presente no cosmo, de maneira a dar significatividade aos componentes físicos e reais, tais como as velocidades, tempos, distâncias e a ação do corpo central nos planetas (pois eles se relacionam de uma tal forma que se pode extrair as suas regularidades), impossibilitando, por outro lado, utilizar a geometria como restrita ao uso de artifícios não relacionados ao real.

Os artifícios utilizados pela astronomia por mais de 2000 anos, tais como epiciclos, deferentes, equantes devem ser utilizados, segundo os novos padrões keplerianos, apenas como hipóteses geométricas, mas não como astronômicas, o que representa que esses artifícios devem ser entendidos como instrumentos matemáticos, ou caminhos, vias, para se chegar a demonstrar, ou dar plausibilidade, às hipóteses astronômicas que, estas sim, se referem diretamente aos constituintes físicos e reais dos movimentos dos corpos astronômicos. Ora, com Kepler não temos mais uma importação dos princípios cosmológicos, tal como era comum por um grande período de tempo, como vimos pelas palavras de Géminos citadas acima; o padrão muda, pois é a própria constituição do mundo (cosmologia) que determina as condições para a garantia do conhecimento, e este conhecimento pode ser obtido desde que elaboremos hipóteses que se remetam a tal constituição.

Este estatuto dado às hipóteses astronômicas aponta para a defesa do copernicanismo. As novas propostas de Copérnico não estão no mesmo nível da astronomia ptolomaica, pois esse último, apesar de importar as hipóteses físicas do aristotelismo, não suporta os testes quando se consideram, não os problemas da astronomia de posição, mas os cosmológicos; para Kepler, Copérnico não é superior a Ptolomeu pelo seu sistema ser mais simples, ou mais econômico, ou melhor adequado empiricamente (coisas que o copernicanismo original não era); Kepler defende o copernicanismo como um sistema realista por ele tratar da cosmologia junto com a astronomia; isto é, a cosmologia copernicana é a garantia para a explicação dos fenômenos.

Assim, hipótese astronômica não é um construto matemático objetivando adequar dados à teoria, mas sim, são conjecturas de caráter físico que são construídas mediante critérios retirados das observações astronômicas, que procuram representar a natureza dos fenômenos astronômicos. Com isso, Kepler pôde responder à crítica instrumentalista acerca da impossibilidade de decisão entre hipóteses no que concerne ao caráter da veracidade ou falsidade dessas; para Kepler, podemos decidir desde que uma hipótese seja correspondente à natureza dos acontecimentos astronômicos, isto é, se a hipótese for construída mediante os dados fornecidos pelas observações dos fenômenos celestes.

Referências bibliográficas

- Copérnico, N., (1984), *As revoluções dos orbes celestes*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Duhem, P., (1984), “Salvar os fenômenos, Ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileu”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, CLE, Unicamp, Campinas, suplemento 3, 1984, p. p. 5-105.
- Jardine N., (1979), “The forging of modern realism: Clavius and Kepler against the sceptics”, *Studies in History and Philosophy of science*, 10 (2), pp. 141 – 173.

Vaguedad, medida e información

Luis Adrian Urtubey
Facultad de Filosofía y Humanidades
Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

Una objeción conocida contra la semántica lógica clásica, ha puesto énfasis en su ineficacia para tratar con los predicados vagos y los problemas asociados con ellos, tales como la paradoja del sorites. Por su parte, las teorías de la vaguedad basadas en la aplicación de la teoría de conjuntos difusos o borrosos (fuzzy sets), han favorecido la introducción de un continuo de grados de verdad basados en los grados de pertenencia de los elementos de un conjunto difuso, dando lugar a las que se denominan teorías gradualistas de la vaguedad.

Tye (1994), Sainsbury (1997) y Keefe (1998) entre otros, han planteado objeciones contra este tipo de teorías numéricas, desde diferentes perspectivas, señalando su incapacidad para dar cuenta del fenómeno estudiado. Williamson (1994), en particular, había ya centrado sus críticas en la dificultad que las teorías gradualistas encuentran frente a la vaguedad de orden superior.

En la dirección opuesta, diversos autores han tratado de fundamentar la forma de proceder de las teorías gradualistas, relacionando –como parece natural– la asignación numérica a los enunciados de un lenguaje con cierto tipo de medida, definida dentro del estándar de la teoría representacional clásica de la medición. Estos intentos se basan en diferentes formas de plantear la relación entre las nociones de vaguedad y medida.

A partir del análisis de algunos argumentos en pro y en contra de las teorías gradualistas, procuraré mostrar en este trabajo que la relación entre vaguedad y medida no puede cuestionarse considerando en forma aislada los grados de verdad asociados a los enunciados con términos vagos en las teorías numéricas, puesto que no sirven por sí solos para sustentar una semántica en este ámbito y por ello, para justificar la inferencia lógica. Una línea alternativa de investigación viene sugerida por quienes, reconociendo las dificultades, destacan el rol que tiene la noción de información en el vínculo que parece existir entre vaguedad y medida.

Los argumentos de Keefe

Keefe (1998) expone algunos argumentos contra este tipo de teorías de la vaguedad, en las que los valores de verdad corresponden a grados de verdad, típicamente representados por el intervalo $[0,1]$. Keefe evalúa el éxito de estas teorías para “capturar el fenómeno de la vaguedad”, trazando una analogía con la medición de diversas magnitudes físicas, empleando números reales. Sus críticas se despliegan sobre tres puntos en particular: 1) las teorías gradualistas de la vaguedad están socavadas por el fracaso del principio relativo a la medida, por el cual resulta necesario que la relación asociada tenga la propiedad de ser conectada, 2) la causa de la confusión que parece originar la teoría gradualista, se hallaría en no haber distinguido diferentes sentidos de la expresión “darse en grados”, y finalmente 3) la semántica de las conectivas implica que debería haber una única asignación numérica correcta para las sentencias, lo cual no resulta plausible.

El argumento central de Keefe para 1) y 2) se puede resumir como sigue. Tomemos el predicado vago “alto”: los números asignados en un intento por capturar la vaguedad de “alto” no hacen más que servir como otra medida de *estatura*. En general, en cuanto es posible asignar números que respetan ciertas verdades, por ejemplo, sobre relaciones comparativas, esto no es más que una medida de un atributo relacionado con, o que subyace al predicado vago. Keefe observa que “en muchos casos paradigmáticos de un predicado vago F hay un atributo medible correspondiente relacionado con F de modo tal que el estatus del valor de verdad de Fx está determinado por la cantidad en x de este atributo. Por ejemplo, el estatus del valor de verdad de “a es alto” está determinado por, o superviene sobre, la estatura de a. Lo mismo sucede con “a está caliente” y la temperatura de a. No obstante, aunque la medida de la cantidad subyacente puede determinar la aplicabilidad del predicado vago, no se sigue que esta medida se refleja en valores de verdad no clásicos. Keefe sugiere que hay un sentido en que puede decirse que F se da en grados –llamémoslo darse en grados_m– siempre que hay una medida del atributo F-dad, y en la cual las cosas tienen distintos grados_m de F-dad por tener más o menos de este atributo. Pero el hecho que muchos predicados vagos se dan en grados_m no es suficiente para el teórico gradualista, quien necesita que haya implicaciones para valores de verdad o grados de verdad, de modo que si F se da en grados, las predicaciones de F pueden ser verdaderas en grados intermedios. Darse en grados_m no es el sentido de “darse en grados” requerido por el teórico gradualista.

Algunos teóricos gradualista parecen confundir efectivamente los dos sentidos que se deberían mantener separados. Como sucede en el siguiente argumento que Keefe atribuye a Forbes (1983).

Considérese un par de personas a y b tal que:

1. a es más alto que b. Podemos inferir,
2. a es alto en un grado mayor que b, luego
3. a satisface el predicado “es alto” en mayor grado que b, de donde
4. “a es alto” tiene mayor valor de verdad que b.

Este argumento es erróneo. Estando en juego el sentido de “grado_m” de “grado”, 2 se sigue de 1, pero 3 y 4 no se siguen de 2. Mientras que con el sentido de “grados de verdad”, 4 se sigue de 2, pero 2 no se sigue de 1.

Observaciones de Smith.

En un artículo reciente, Smith (2003), N Smith intenta mostrar que estas tesis de Keefe son falsas. Para Smith no se sigue del argumento de Keefe que la teoría gradualista está confundida. La forma correcta en que se relacionan los dos sentidos de “grado” antes señalados, es otra. Primero hay objetos que tienen alturas. Luego, están las alturas que estos objetos tienen, que son también objetos. Entonces tenemos dos conjuntos: un conjunto O de personas, montañas, etc. y un conjunto H de alturas, que consta de una relación de orden \leq . Hay un mapeo h de O a H, que asigna a cada objeto su altura. Hay también un tercer conjunto de objetos R de números reales. Hay diferentes mapeos del conjunto de alturas al conjunto de números reales; cada uno de estos puede entenderse como dando un nombre a cada altura: $h(\text{Luis}) = x$. Un mapeo f del conjunto de alturas al conjunto de los reales asigna a x el número 6; intuitivamente $f(h(\text{Luis}))$ es la altura de Luis en pies. Otro m: $H \rightarrow R$ asigna a x el número 1,8; $m(h(\text{Luis}))$ es la altura de Luis en metros. Hay relaciones familiares entre estas funciones: $c(x) = 30f(x)$.

Para interpretar “alto” decimos que hay un subconjunto distinguido T de H tal que para todo objeto x de O, x es alto si $h(x) \in T$. La idea es que x es alto sólo en caso que x tenga una altura “suficiente”. En “suficiente” está implícito que para todo x e y de H, si $x \leq y$ y $x \in T$, entonces $y \in T$. Esto da inmediatamente una importante relación entre “alto” y “más alto que”: para cualquier x e y de O, si x es más alto que y e y es alto, entonces x es alto.

Pero –como señala Smith- este modelo ignora la vaguedad de “alto”. Deberá haber dos objetos adyacentes de los cuales uno es alto y el otro no, aunque sus alturas se hallen muy próximas, resultando que “a es alto” es verdadero *simpliciter* y “b es alto” es falso *simpliciter*. En respuesta a este problemas los partidarios de la lógica difusa proponen reemplazar el subconjunto clásico T de H con un subconjunto difuso T, y modificar el requisito que T sea cerrado hacia arriba con la exigencia de que para todo x e y de H, si $x \leq y$ entonces el grado de pertenencia de x en T es menor que o igual a el grado de pertenencia de y en T. Ahora “a es alto” será verdadero cualquiera sea el grado con que h(a) está en T, y se da así la importante relación entre “alto” y “más alto que”: para cualquier x e y de O, si x es más alto que y, entonces el grado de verdad de “x es alto” es al menos el grado de verdad de “y es alto”. Ahora están dados los recursos para acomodar la vaguedad de “alto”. Si a y b en O están muy próximos respecto de la altura, entonces puede ser ahora el caso que “a es alto” y “b es alto” estén muy cerca respecto de la verdad. Y no existe un compromiso con la idea de que si a es más alto que b, entonces “a es alto” es más verdadero que “b es alto”.

Smith introduce una definición de vaguedad basada en este hecho: “P” es vago si y sólo si satisface la siguiente condición:

Proximidad: si a y b son muy similares en aspectos P-relevantes, entonces “Pa” y “Pb” son muy similares respecto a la verdad.

En términos de la presente discusión, dos objetos son muy semejantes en aspectos P-relevantes si poseen cantidades muy similares de Q, siendo Q la cantidad mensurable que subyace a la posesión de la propiedad seleccionada por “P”.

Vaguedad y conjuntos difusos: resultados negativos.

Planteadas desde la perspectiva de quienes han contribuido de manera importante al desarrollo de la lógica difusa, S. Termini ha hecho algunas interesantes observaciones sobre las limitaciones de la teoría de conjuntos difusos para representar la vaguedad. Aunque planteadas de un lado diferente y con distintos propósitos, estas observaciones coinciden con las objeciones bastante radicales que hace tiempo formulara Sainsbury contra la posibilidad de cualquier teoría matemática de la vaguedad.

Reconocer la vaguedad, dice Termini, es admitir que en el curso de la comunicación (frecuentemente en el lenguaje ordinario pero recientemente también en lenguaje de la ciencia) podemos encontrar palabras que no están exactamente definidas, predicados para los cuales hay individuos para los que no es posible determinar si se aplica o no dicho predicado. En este marco, la idea a primera vista novedosa de la teoría de conjuntos difusos, es generalizar las

funciones características clásicas permitiendo que ellas tomen también valores diferentes de 0 y 1. Por otro lado, lo extravagante de esta idea es que la teoría de conjuntos difusos intenta fundar en un nivel más general la noción de pertenencia, pero haciendo uso de nociones (función, número real, etc.) que necesitan teorías clásicas nítidas para su definición, y puede por ello, reducirse completamente a nociones tradicionales. Parecería extraño que esta formalización se pueda ver como el *explicatum* para una noción mucho más innovadora y general.

Asimismo –sostiene Termini- el tener individuos con diferentes grados parciales de pertenencia, no agota el trabajo de la vaguedad. El rol que esta tiene no se puede reducir al de asignar grados de pertenencia definidos: la vaguedad señala el hecho que en algunas circunstancias no es fácil y no es algo mecánico decidir la pertenencia. Se puede proporcionar información adicional, y al hacer esto la vaguedad juega el rol muy importante y central de “gran traductor” entre diferentes contextos. Hay una gran potencialidad en el alcance de la vaguedad, que tiene un rol crucial para cambiar contextos (con la dificultad de transformar todo esto en evaluaciones numéricas útiles).

¿Qué modeliza entonces la teoría de conjuntos difusos? El modo en que algunas representaciones difieren de algunos modelos ideales. Los conjuntos difusos son uno de los modos más eficientes de modelizar la siguiente idea intuitiva: tenemos idealizaciones (conjuntos nítidos) y podemos también medir la distancia de algunos datos primarios (proporcionados por la naturaleza misma o por nuestras aproximaciones en el caso de situaciones muy complejas) respecto de estas idealizaciones. Los conjuntos difusos se pueden ver entonces en relación con un tipo de medida. Las medidas difusas proporcionan indicaciones en este sentido de cuánto se aleja un conjunto difuso de una función característica clásica; las medidas de especificidad, en cambio, de cuanto se acerca un conjunto difuso a un conjunto nítido.

Medición y modelos de uso del predicado

Desde el mismo ámbito, Trillas, Alsina(1999) expone una interpretación que intenta vincular la noción de “conjunto difuso” con la noción de información a través del concepto de medida. Desde este punto de vista, los valores de las funciones de pertenencia son “medidas” de los enunciados atómicos o elementales hechas con los rótulos lingüísticos de un *fuzzy set*. Los predicados vagos pueden ser captados sólo a través del uso sobre el universo de discurso correspondiente, lo que puede lograrse mediante la generalización del concepto de medida difusa. Como antes vimos, para medir una característica k exhibida por los elementos de S necesitamos en primer lugar conocer una relación comparativa tal como “ x muestra la característica k menos que y ”, para todo x, y en S . Asumiendo que la

relación así definida en S es un preorden (i.e., reflexiva y transitiva) se puede entonces definir una función $m: S \rightarrow [0,1]$ que es una \leq_k -medida. Siempre que:

1. $m(x_0) = 0$ si $x_0 \in S$ es minimal para \leq_k
2. $m(x_1) = 1$ si $x_1 \in S$ es maximal para \leq_k
3. Si $x \leq_k y$, entonces $m(x) \leq m(y)$

Sea P un predicado, nombre propio de una propiedad, un sustantivo o un rótulo lingüístico, cuyo uso primario en un universo de discurso X es conocido. Decimos que el uso de P en X es R -medible si hay un subconjunto no vacío S de R equipado con un preorden \leq , una función $\phi \rightarrow S$ y una \leq -medida sobre S tal que:

- $\phi(x) \leq \phi(y)$ sii “ x es menos P que y ” para x, y en X
- El grado en que x es $P := m(\phi(x))$ para cada x en X .

La función ϕ corresponde a una característica numérica de cómo se usa P en X y, por supuesto, la función $\mu_P: X \rightarrow [0,1] := m(\phi(x))$ para cada x en X , puede definirse como la Función de Compatibilidad de P en X y por consiguiente, como la Función de Pertenencia del conjunto difuso rotulado P . Esta función refleja el uso de P en X ; es decir el modelo matemático del uso de P en X .

Concentrándose en el caso de los conjuntos difusos, se puede definir a partir de un conjunto X , un “fragmento de información pura”, como una función $f: X \rightarrow [0,1]$. Cada vez que tenga sentido considerar a f como un conjunto difuso μ_P , entonces f se considera como un fragmento de información sobre el uso del concepto P en X . Esto significa que todos los enunciados “ x es P ” tienen su valor de verdad correspondiente $\mu_P \in [0,1]$. Cuando f es tal que $f \in [0,1]^X$ con algunos valores difusos $f(x) \in (0,1)$ se interpreta el fragmento f como información imprecisa. En fin, se interpreta entonces un elemento de información como un conjunto difuso sobre X y tales elementos de información se refieren al uso de conceptos cuya aplicación a los elementos de X tiene algún grado definido. La función de pertenencia μ_P es vista como expresando la medida en que cada objeto es P .

Vaguedad y Precisión

El otro argumento contra las teorías gradualistas, que también recoge Keffeé, hace hincapié en la falta de precisión que debería justamente caracterizar a

la vaguedad y que quedaría desvirtuada al introducir asignaciones numéricas de cualquier tipo. La fuerza del argumento ha sido aceptada y algunas respuestas implican cierto reconocimiento sobre las limitaciones del enfoque. Una idea en este sentido, expuesta en Cook (2002) destaca que se puede manejar un grado de precisión matemática en la semántica sin atribuirla al lenguaje natural que se está estudiando, haciendo uso de una forma de entender la lógica como simple modelización y no como descripción de la realidad. No se debe buscar entonces la vaguedad en la semántica misma, sino en la descripción de la conexión entre la formalización y el discurso informal. De lo cual a su vez resulta una interpretación diferente de los medios o “artefactos” de que se vale la semántica, como puede ser el caso de los llamados *fuzzy sets*.

Cook señala una importante diferencia entre proporcionar un modelo y dar una descripción. Algunas partes del modelo se supone que representan (aunque de una manera simplificada) aspectos reales del fenómeno modelizado. Otras, no obstante no se supone tengan que ver con algo real. De este modo, algunas partes del modelo lógico, incluyendo objetos y relaciones muy involucradas en la semántica, pueden hallarse allí sólo con el propósito de facilitar la tarea matemática o simplificar nuestro manejo del modelo. Cook da como ejemplo para ilustrar este punto la reconstrucción conjuntista de los números naturales, vista como un modelo de los naturales. En la construcción que representa los naturales como ordinales de von Neumann, por ejemplo, el hecho de que no hay ningún ordinal de von Neumann entre $\{\emptyset\}$ y $\{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ representa efectivamente el hecho de que no hay número natural entre 1 y 2. Por otro lado, el hecho de que $\{\emptyset\}$ tiene un elemento menos que $\{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ no refleja ninguna relación significativa entre 1 y 2. Cada aspecto del modelo que se supone que corresponde a algún aspecto real del fenómeno que se modeliza, Cook siguiendo a Shapiro lo denomina *representador*, y aquellos que no se supone que se correspondan con algo, los denomina *artefactos*. En el ejemplo se puede notar que no sólo los objetos del modelo son *representadores* o *artefactos*, sino que además pueden serlo las propiedades de los objetos y las relaciones entre ellos.

Las objeciones como las de Sainsbury y Tye según Cook se evitan distinguiendo cuidadosamente entre representadores y artefactos. La idea es considerar las partes problemáticas de la presentación gradualista, o sea la asignación de números reales particulares a las oraciones, como meros artefactos. Solamente los representadores se supone que reflejan algo que ocurre en el lenguaje natural vago. Como hace notar Cook, en Williamson(1994) se señala que “el teórico gradualista puede y debería considerar la asignación de grados de verdad numéricos a las sentencias del lenguaje natural como una cuestión vaga”. Por esto, continua, no puede considerarse la asignación de grados de verdad directamente como un desconocimiento de la vaguedad de orden superior. Con

todo, dado que la intención de Williamson es argumentar contra las teorías numéricas, no se sigue allí la línea de este argumento.

Conclusión: vaguedad y multidimensionalidad

Para concluir, hay que observar que parece más difícil encontrar la forma de justificar el modo en que las teorías gradualistas pueden escapar a la objeción sobre el carácter multidimensional de los predicados vagos. En la línea del argumento que seguimos aquí, esto tiene que ver con que lo medido no son los elementos de un conjunto S , sino alguna característica de estos elementos. Por ejemplo, si S consta de cubos, se puede medir las superficies, los volúmenes o el peso. El problema entonces con los predicados vagos sigue siendo que se pueda aislar una propiedad P cuyo uso en X se está considerando. Pero el carácter multidimensional impediría separar una propiedad única para el predicado, dada la contribución que diversas dimensiones, definidas también en forma vaga, hacen a la evaluación del predicado y que parecen ser parte de la vaguedad del término. Keefe señala que debería haber una cuestión efectiva respecto a que, por ejemplo, una persona sea agradable en un grado mayor que otra. Pero esto es muy difícil, porque, como se dijo, la misma vaguedad del término implica una multiplicidad de dimensiones que confluyen en su aplicación y no pueden separarse con precisión.

La respuesta sin embargo, es observar que la objeción se apoya en el punto en que no hay manera de superar la discontinuidad entre el modelo y la realidad modelizada. El punto de contacto entre ambos. La vaguedad, debemos reconocer, permanece en el lenguaje natural y en ningún momento podrá ser parte del modelo lógico-matemático. La vaguedad se da en la descripción de la conexión entre la formalización y el discurso informal. La introducción de la medida debería ubicarse entonces en este punto y es aquí donde tiene sentido ver a las medidas difusas como dando la información que guíe la adecuación del modelo.

Referencias

- Forbes, G.(1983), "Thisness and vagueness", *Synthese*, 54, 235-259.
Keefe, R. (1998), "Vagueness by numbers", *Mind*, 107, July.
Sainsbury, R.(1997), "Concepts without boundaries", en Keefe, R. and Smith, P., (eds) *Vagueness: A Reader*, Cambridge: MIT Press.
Smith, N., (2003), "Vagueness by numbers? No worries", *Mind*, 112, abril.
Termini, S., (2002), "On some vagaries of vagueness and information", *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 35, 343-355.

- Trillas, E., Alsina, C.(1999), "A reflexion on what is a membership function", *Mathware and Soft Computing*, 6, 201-215.
- Tye, M.(1994), "Vagueness: Wellcome to quicksand", *Souther Journal of Philosophy*, 33 (supp.).
- Williamson, T. (1994), *Vagueness*, London: Roudledge.

Fisiología Clásica y modelo experimental en la formación del concepto leibniciano de organismo

Evelyn Vargas
UNLP – CONICET

I. Introducción:

Ya en la antigüedad la anatomía y la fisiología se diferenciaban de otros ámbitos disciplinares tanto por su objeto de investigación como por el desarrollo de un vocabulario, textos y asociaciones institucionales compartidas por sus practicantes. Sin embargo, la transformación radical que sufrieron las ciencias clásicas durante el siglo XVII alcanzó también a las ciencias de la vida. Puesto que la filosofía natural constituía el marco teórico de la fisiología clásica, los cambios de aquella tendrán un efecto considerable en esta última, en particular, las teorías corpularistas y la nueva filosofía experimental se yuxtaponen a la tradición aristotélica planteando nuevos problemas. En este trabajo, me propongo mostrar que el proyecto leibniciano para el conocimiento de los seres vivos fue el resultado de su intento de compatibilizar estas perspectivas, pero sólo mediante la creación de una nueva noción: la formación del concepto de organismo en los textos inéditos acerca de los cuerpos animados que siguieron a la reforma de la dinámica y la presuponen.

Leibniz mantuvo un interés permanente en el estudio de la vida. Algunos autores sostienen incluso que ciertos descubrimientos de la época fueron relevantes para el desarrollo de su metafísica.¹ Sin embargo, la atención que dedicó a los temas fisiológicos y anatómicos podrían no haberse reflejado en su concepción del conocimiento de la vida, constituyendo un dominio autónomo de investigación de las funciones vitales dentro de su programa filosófico general. Más aun, la posibilidad de una ciencia leibniciano de los cuerpos orgánicos puede cuestionarse a la luz de su compromiso con las explicaciones mecánicas y el status problemático de la distinción entre lo orgánico y lo inorgánico en su filosofía madura,² y en consecuencia, es al menos poco evidente que haya reconocido la

¹ V. por ej., Wilson (1997)

² Rutherford (1995), p 203; Adams (1994), p 263; Ishiguro (1998), pp 545-547; Wilson (1994), p 240; 252.

identidad disciplinar de las explicaciones biológicas con respecto a otros campos de estudio del mundo natural o incluso la especificidad de la vida.

Sin embargo, puesto que la identidad disciplinaria de una ciencia de los fenómenos vitales depende de su relación con las doctrinas físicas de Leibniz, examinaré su concepción temprana de lo vital y la compararé con su posición posterior a la reforma de la dinámica. Como resultado de este enfoque, intento mostrar de qué manera pudo finalmente Leibniz compatibilizar la especificidad del conocimiento de la vida con su inteligibilidad analítica mediante la atribución de un rol central a la noción de unidad orgánica.³

II. La primera teoría de los fenómenos vitales

La *Hipótesis Physica Nova* representa el primer intento leibnicense de delinear una explicación sistemática de los fenómenos vitales. En consecuencia, su posición se enmarca dentro de los límites del proyecto foronómico y de la distinción entre las teorías concreta y abstracta del movimiento. Para nuestros propósitos presentes bastará con decir que *Teoría Motus Abstracti* es una teoría del movimiento en términos de las propiedades geométricas de los cuerpos, pero entra en conflicto con el comportamiento de los cuerpos que observamos en la experiencia ordinaria.

En un escrito anterior, Leibniz había sostenido explícitamente que la percepción no puede contradecir a la razón, sin embargo, cuando esto parecería ser el caso es necesario suponer (*subesse*) algo no percibido, excepto por sus efectos, para dar cuenta del movimiento percibido (A VI, ii,159). Así, la teoría del movimiento abstracto puede relacionarse con la experiencia mediante hipótesis (A II, i,179). Más específicamente, la *Hypothesis* relaciona teoría y experiencia mediante la hipótesis del éter.

De acuerdo con Leibniz, la modificación y restitución del éter es la causa de los fenómenos terrestres (A II, i, 177). En efecto, hay tres fenómenos fundamentales en la naturaleza: la elasticidad, la gravedad, y el magnetismo (A II, i, 127), pero es la elasticidad la que da cuenta de la mezcla de ácidos y álcalis de la que resulta todo cambio natural (A II, i, 178; 94). Esta estrategia habrá de ser aplicada a la explicación de los fenómenos vitales. Leibniz concuerda con la

³ Como ha señalado F. Duchesneau la historia del surgimiento del concepto de organismo aun debe ser escrita Sin embargo fecha el uso del concepto por parte de Leibniz mucho después de 1676: ... “L’etude reste a faire de l’apparition historique du terme “organismus” chez Leibniz et chez Stahl. (...) je hasarderai l’hypothese que la fixation du concept est contemporaine des réflexions de Leibniz sur l’*Essay concerning Human Understanding* de Locke.” Duchesneau (1998), p. 336n2.

opinión mecanicista según la cual el movimiento vital tiene su origen en la circulación de la sangre, la que a su vez resulta de los procesos causados por la respiración.⁴ El nitro o salitre contenido en el aire provoca una reacción que pone en movimiento a la sangre (A VI, ii, 253). Aunque el filósofo no desarrolla los detalles de este proceso, muestra que Leibniz estaba familiarizado con la opinión de Digby y Hooke según la cual había un componente “nitroso” que mantendría tanto la vida como la combustión.⁵ Para Leibniz el proceso podía compararse con el efecto del agua del mar cuyo contenido de sal causa el enfriamiento del agua por su mero contacto (A VI, ii, 253). De este modo, se supone la acción de algo no observado en razón de su efecto refrigerante.

En esta explicación el nitro promueve la circulación de modo que el origen de la actividad vital se halla en alguna clase de reacción química. Según la química tradicional las propiedades de la materia tales como la salinidad o la alcalinidad explican las operaciones básicas tales como la fermentación, la combustión o la destilación. Para Leibniz, los álcalis y ácidos son los más básicos, y la alcalinidad a su vez, se debe al contenido de éter presente en la mezcla (A VI, ii, 255). De este modo, los procesos fisiológicos se reducen a las propiedades físicas y químicas de la materia, puesto que todos los fenómenos pueden reducirse a la mecánica, es decir, al tamaño, forma y movimiento de los cuerpos, y a la química, esto es, a las soluciones y reacciones (A VI, ii, 301).

Pero Leibniz también había señalado que nuestro conocimiento en mecánica, química y medicina es causal e hipotético (A VI, ii, 367), pues explicamos los fenómenos asignando una causa posible (A VI, ii, 300). Estas causas posibles se introducen cuando no es posible dar una demostración (*Ibid.*), dado que ello implicaría conocer todas las circunstancias para poder hallar la única causa posible. El método hipotético, por otro lado, explica los fenómenos a partir de fenómenos, los más complejos y derivados a partir de los más simples y básicos (A II, i, 290; A VI, iii, 34). Las explicaciones hipotéticas hacen analíticamente inteligibles los fenómenos complejos en términos de movimientos concretos más elementales. El primer proyecto leibniziano buscaba explicar los fenómenos vitales como el resultado de las operaciones mecánicas básicas de las partículas inobservables que constituyen los cuerpos, de modo que los resultados observables pueden entenderse en términos de los movimientos de las partes, puesto que los procesos químicos pueden a su vez ser explicados mecánicamente.

⁴ La idea de que la sangre circula se debe a Harvey, que se reduce al movimiento de la sangre es una innovación de Descartes.

⁵ Sin embargo, la explicación se debe a Leibniz. Para las ideas de Hooke, v. Hooke (1665) y Hooke (1667)

III. El segundo proyecto: animales-máquina y fuerzas

En el curso del desarrollo de sus ideas fisiológicas, Leibniz hizo explícito que el uso de causas finales en la descripción de los cuerpos animados en la forma de análisis funcionales es una condición de su inteligibilidad. Aunque este análisis es consistente con su adhesión a las explicaciones mecánicas de todos los fenómenos, el procedimiento no puede entenderse como la mera resolución de un todo complejo en sus partes homogéneas. Para comprender este enfoque es necesario considerar sus concepciones biológicas en relación con sus nuevas doctrinas físicas.

Michel Fichant ha mostrado que la reforma de la dinámica de 1678 implicó la conciliación de los ámbitos de inteligibilidad concreto y abstracto que Leibniz había distinguido en su primer teoría del movimiento, fundando los hechos que observamos en un principio a priori pero no geométrico.⁶ En la formulación explícita de este principio⁷ en 1676, Leibniz sostuvo que un efecto se concibe o resulta inteligible mediante el conocimiento de su causa. Pero antes de examinar las consecuencias de la introducción del principio de equipolencia causal para el conocimiento de la vida, examinaré algunos textos inéditos escritos entre 1677 y 1682 que Leibniz dedica a cuestiones fisiológicas y anatómicas.

A. El animal-máquina

El primero de estos textos, que Leibniz titula "*Máquina Animal*", fue escrito en octubre de 1677.⁸ Aunque este escrito evidencia una mejor comprensión de la fisiología de la circulación de acuerdo con las doctrinas de su tiempo, la explicación busca comprender los fenómenos complejos en términos de los más simples.

El cuerpo es una máquina y en toda máquina se debe buscar el principio del movimiento. El principio de movimiento de una máquina es el primer movimiento de un cuerpo. En un cuerpo animado debemos explicar el comienzo del movimiento de la sangre en términos de un movimiento previo, es decir, los movimientos de la madre, o bien mediante un proceso de fermentación que tiene lugar en el ventrículo izquierdo del corazón cuando la sangre se mezcla con el quilo.⁹ Pero aunque la diástole se debe al movimiento de la sangre, la sístole

⁶ v. la introducción de Fichant en Leibniz (1994), pp. 39-58.

⁷ En adelante me referiré a este principio como 'principio de equipolencia causal'.

⁸ LH III, 5, f.12, el texto fue editado por Enrico Pasini, en Pasini (1996), pp. 210-11.

⁹ Ibid. 210

resulta de la elasticidad del corazón.¹⁰ Nuevamente, el efecto observable es el resultado de las reacciones químicas que causan el movimiento de la sangre, y más importante, Leibniz señala expresamente que esta explicación del movimiento primero es la vida entendida por medio de la razón.¹¹

Tras la reforma de la dinámica y la reintroducción de las formas sustanciales algunas diferencias relevantes se introducen. Ahora el principio del movimiento en un cuerpo vivo ya no es observable sino que consiste en un fluido continuo, el espíritu o materia insensible.¹² A la distinción tradicional entre contenidos y contenedores, Leibniz añade los productores de ímpetus (*impetum facientia*).¹³ Los vasos llevan los humores que contienen los espíritus que se difunden a través del cuerpo.¹⁴ Nuevamente, la existencia de esta materia sutil puede conocerse por sus efectos, por ejemplo, por el movimiento de los miembros y la conservación del movimiento en los líquidos una vez que se transformaron y fluyen fuera de los vasos. Ahora bien, Leibniz sostiene que la estructura de la máquina no puede dar cuenta de estos movimientos y de la fuerza motriz que requieren.¹⁵ Además, al suponer la presencia de esta materia, no es necesario considerar la producción de nuevas fuerzas para cada nuevo movimiento del cuerpo, puesto que sólo es necesario determinar la fuerza pre-existente.¹⁶

B. El método analítico

Ahora bien, esta descripción de los movimientos del cuerpo que acabamos de bosquejar es llamada por Leibniz un procedimiento sintético. La distinción entre el contenido, el contenedor y el productor de ímpetu (es decir, los vasos, humores y espíritus) pertenecen al enfoque sintético.¹⁷ Para Leibniz la síntesis

¹⁰ Ibid. 210-11

¹¹ ... “Quae omnia separatim explicanda sunt p r i m a r i i m o t u s, sive quod idem est, V i t a e ratione intellecta.” ... Ibid. 211

¹² *De scribendis novis Medicinae Elementis*, LH III, 1, 1, ff.1-3. (1680-82) La datación se basa en las marcas de agua del papel. El texto fue editado por Pasini en Pasini 1996: 212-17.

¹³ En C 461 lo contenido puede ser fluido, i.e., los *impetum facientia* o espíritus, o líquidos, i.e., los humores. Pero en sus objeciones a Stahl distingue nuevamente *contenta e impetum facientia* (Dutens II, 136).

¹⁴ Pasini (1996), 214

¹⁵ Ibid. 215

¹⁶ Ibid. 214-15

¹⁷ ... “Atque haec quidem Analytica est Methodus, dum cuiuslibet functionis media sive organa et horum operandi modum investigamus; atque ita in corporis notitiam per partes

describe las funciones integradas más amplias, esto es, “la coordinación de todas las cosas en una, el principio de movimiento y la conexión de los órganos”¹⁸ y tiene lugar una vez que el análisis pudo describir las funciones de los órganos.

En un texto complementario¹⁹ Leibniz enfatiza que el cuerpo es una máquina, pero ahora sostiene además que una máquina se comprende mejor mediante las causas finales.²⁰ La causa final es el propósito de la naturaleza o el uso designado, el cual puede emplearse en la definición de la máquina y a partir de ella podemos inferir sus consecuencias. Leibniz propone definir los cuerpos animales como *máquinas de movimiento perpetuo*, esto es, cada animal tiene la capacidad de retener un tipo especial de movimiento orgánico perpetuo.²¹ Pero de esta definición se sigue que la conservación del movimiento es también la conservación de la especie, siendo cada una de ellas, un tipo especial de máquina diseñada para realizar un tipo especial de movimiento que se conserva de una generación a otra. Así, mediante la consideración del fin de la naturaleza podemos obtener el origen de las funciones vitales, en especial, de la generación o la habilidad que tienen los cuerpos vivos de producir otras máquinas similares.²² Las otras funciones que él cree que pueden explicarse a partir de la definición propuesta son la capacidad de los cuerpos vivos de repararse a sí mismos, la nutrición, y la función locomotriz, es decir, la función vital y animal respectivamente.²³ De esa manera, estas funciones particulares pueden considerarse como medios para el fin general de la naturaleza, y dado que el fin general o movimiento específico las integra, las explicaciones particulares de las

venimus [...] quibus absolutis redibimus ad Synthesin, omniaque ad unum coordinata, et primum Motorem motusque instrumenta liquida et solida, horumque connexionem, et omnino totam animalis oeconomiam describemus, praesertim cum hac ipsa analysi in organa cuiusque functionis inquirendo deprehenderimus, idem saepe organon pluribus functionibus inservire, prorsus quemadmodum in Machinis eo maxime ingenium auctoris elucet, si multa paucis efficiantur.” Ibid. 214

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

²⁰ ... “Corpus hominis, quemadmodum et uniuscujusque animalis, Machina est quaedam. Machina autem omnis a finali causa optime definitur, ut in explicatione partium partium deinde appareat, quodmodo ad usum destinatum singulae coordinentur.” Ibid. 217.

²¹ ... “Quare si totum hoc, quod admirabili Animalium artificio quantum licuit, consecuta est, in unam summam redigere velimus, notionemque satis simplicem constituere, ceteras omnes consequentiis complexam, dicemus: C o r p o r a A n i m a l i u m e s s e M a c h i n a s p e r p e t u i m o t u s, sive ut clarius dicam ad certam quadam ac singularem motus perpetui organici speciem semper in orbe conservandam comparatas.” ... Ibid. 218

²² Ibid. 219

²³ Ibid.

funciones vitales que las ponen en relación con el movimiento perpetuo específico pertenecen a la perspectiva sintética.

En contraste con este enfoque el párrafo siguiente introduce una explicación hipotética de la circulación de la sangre en términos del primer motor. El primer movimiento del cuerpo no es el propósito designado de la máquina-animal. En consecuencia, podría parecer que hay una dicotomía sin resolver entre el enfoque mecánico en términos del primer movimiento y el enfoque teleológico en términos de fines particulares y generales. Sin embargo, el paralelismo entre las causas eficientes y finales es postulado explícitamente por Leibniz en su pensamiento maduro, como señalará en sus objeciones a Stahl.²⁴ Pero de acuerdo con Leibniz paralelismo implica armonía o acuerdo.²⁵

Para entender en qué consiste este acuerdo debemos examinar el procedimiento analítico. En escritos anteriores acerca del análisis, Leibniz ya había introducido la idea de que los fines o propósitos pueden introducirse cuando buscamos la definición del objeto, por ejemplo en anatomía (A VI, iii, 428-9). Pero estos fines son los propósitos que el practicante supone al manipular el objeto de modo que los instrumentos empleados en tales operaciones, tales como el cuchillo o la bomba de vacío empleados en las disecciones, se incluyen en el proceso que genera el efecto a definir (*Ibid.*). Sólo tras la reforma de la dinámica el método de conocimiento presupone la idea de unidad orgánica, es decir, de una teleología intraorgánica. El método del análisis investiga los medios de las funciones u órganos y su modo de operar,²⁶ es decir, dada la función presupuesta investigamos sus requisitos. Pero como hemos visto, una función es también un fin particular, y como Leibniz añade en una nota marginal, la causa final es también el efecto,²⁷ en consecuencia el método analítico procede de los efectos conocidos a sus requisitos. Además, podemos comprender las funciones como movimientos del cuerpo. Así los fines particulares o funciones, considerados como efectos o movimientos particulares, relacionan los estados del cuerpo en términos de causas y efectos, y en consecuencia se regirán por el principio de equipolencia causal.²⁸

El movimiento perpetuo requiere la conservación de la fuerza. Podemos decir que la acción de un cuerpo se debe a los objetos externos o internos que lo promueven a actuar, y la fuerza del cuerpo tiende a compensar esta desigualdad. Este es según Leibniz el origen del movimiento animal. Pero la causa del

²⁴ Dutens II, 134

²⁵ *Ibid.*, v. también el *Discurso de Metafísica*, 22.

²⁶ V. nota 18

²⁷ *Ibid.* 218

²⁸ Para una presentación más pormenorizada de la concepción leibniziana del análisis aplicado a las causas finales en los cuerpos orgánicos v. Vargas (2001)

movimiento está lista para actuar y sólo necesita ser liberada (por ej., en un resorte o un arco extendido).²⁹ Leibniz sostiene que no se produce ninguna fuerza nueva y concluye que es evidente que la fuerza animal es total en cada parte del cuerpo y se ‘localiza’ en cada parte de él.³⁰ También distingue entre el movimiento, que está en el cuerpo, y la fuerza motriz, a la que identifica con la forma sustancial.³¹ En un borrador previo había escrito y tachado “la fuerza de la sustancia incorpórea” y también “la fuerza activa”, calificaciones que fueron sustituidas por la expresión más neutral de “fuerza motriz” en la versión final.

Sin embargo, como Leibniz establece en otro escrito, la ciencia de los cuerpos orgánicos busca conectar sus propiedades con sus sujetos,³² y, como hemos visto, el sujeto del movimiento vital es el cuerpo. Desde el punto de vista de la filosofía experimental, los medios para conservar la fuerza motriz son el objeto propio de la ciencia de la vida. Por otra parte, las funciones integradas que caracterizan cada especie son presupuestas en el enfoque sintético, pero también se descubren en la experiencia puesto que la coordinación de las funciones particulares pueden descubrirse por el análisis anatómico y empírico de los órganos.

Al mismo tiempo, se presupone una cierta unidad orgánica, ya que está implicada en la posibilidad de integrar las funciones particulares, pero Leibniz también bosqueja la noción de autorregulación al relacionar la capacidad de los cuerpos vivos de repararse a sí mismos y reproducirse con su capacidad de conservar su propio movimiento y reaccionar espontáneamente, la cual se funda en la unidad de la fuerza motriz del cuerpo orgánico. No es necesario, sin embargo, invocar una clase especial de fuerza vital para explicar estas propiedades. Más aun, la autorregulación puede verse como una consecuencia del principio de equipolencia que rige todo movimiento. Estas consideraciones se mantienen en su pensamiento maduro; por ej., Leibniz le explica a Stahl que las formas sustanciales deben *atribuirse* únicamente a los cuerpos orgánicos, aunque todos los cuerpos *contienen* formas sustanciales³³ y la coordinación que observamos en ellos resulta

²⁹ Ibid. 223

³⁰ ... “Patet etiam quomodo vis animalis sit tota in toto et tota qualibet parte, ...” p. 223-4

³¹ “Quoniam autem aliquando demonstrabimus, aliud longe esse vim, aliud motum, et motum quidem inesse moli extensae, vim autem motricem inesse alteri cuidam subjecto, quod in corporibus promiscuis formam substantialem, in viventibus Animam vocant, ...” Ibid. 223-4.

³² C 39-40

³³ Dutens II, 155; 158.

de su fuerza estructural (*actuata per se*)³⁴ más bien que de su encuentro con otros cuerpos.

En otras palabras, la concepción leibniziana del conocimiento de la vida ya supone la introducción de la idea de unidad orgánica. Este concepto es una consecuencia de la introducción en filosofía natural del concepto de fuerza y su principio fundamental, esto es, la equipolencia causal. Por medio de este principio metafísico los fenómenos físicos alcanzan inteligibilidad analítica sin que por ello implique la reducción de la física a la geometría pues la fuerza no puede reducirse a la mera extensión geométrica sino que más bien apela a la noción de ‘forma’ o ‘entelequia’ y se conoce por sus efectos.³⁵ La fuerza no es una mera posibilidad de actuar pues de ella nace la acción por la simple supresión de los obstáculos. Por su parte, la noción de organismo supone, junto con la capacidad reproductiva y de conservación, la idea de unidad funcional y de autorregulación, por la primera, las partes del cuerpo se relacionan según fines, de acuerdo con la segunda característica, un organismo es capaz de controlar y coordinar sus propios procesos de manera integrada. Al someter a los procesos vitales al principio de equipolencia, puesto que resultan de la fuerza ínsita del cuerpo orgánico, no por ello asume Leibniz una posición reduccionista. Si bien la búsqueda de causas en los organismos remite a la consideración de los componentes más pequeños de la máquina orgánica también es necesario considerar las interacciones de las partes; de la misma manera que la identificación de las partes geométricas de los cuerpos inanimados no puede dar razón del movimiento, así, en los cuerpos orgánicos la mera disección de las partes anatómicas no puede proveer una explicación completa de los organismos pues la información obtenida del estudio separado de los componentes no basta para comprenderlos y se deben tener en cuenta sus interacciones. Dado que éstas se fundan en la fuerza o entelequia los estados sucesivos del organismo no sólo son autónomos, también se ordenan en términos de procesos dirigidos hacia un objetivo y regidos por el principio de equipolencia. Desde el punto de vista metodológico esto no supone una ruptura con el método de análisis y síntesis. Aunque se asocia este método de invención y prueba con la resolución de conceptos complejos en sus conceptos más simples (análisis) y la combinación de los conceptos más simples nociones para constituir más complejas (síntesis) ya en 1679 Leibniz proponía sustituir la búsqueda de los conceptos más simples por términos que sólo se asumen como más elementales (A VI, iv, 263) . Además, en su concepto de idea como expresión destaca las relaciones de orden como genuinos objetos de conocimiento (A VI, iv, 20; 1369) en lugar de conceptos primitivos simples carentes de estructura. Consecuentemente, las relaciones entre

³⁴ Ibid. 157

³⁵ v. *Discurso de Metafísica* 18

partes y su integración estructural pueden ser objeto del método de análisis y síntesis. La comprensión de los fenómenos vitales no resulta sólo del análisis anatómico de las partes sino de sus mutuas relaciones en función de la producción de movimiento. Un cierto estado orgánico no es sólo efecto de causas eficientes precedentes sino un fin en la medida que resulte del ‘despliegue’ de una actividad programada a la que caracteriza con el nombre de forma sustancial o entelequia, el punto de vista sintético, a su vez, permite coordinar los fines particulares de las estructuras parciales en una función integradora. El reduccionismo de sus teorías juveniles tanto en física como en biología pueden ser ahora superados.

IV. Conclusiones

En suma, como consecuencia de sus nuevas concepciones físicas, las causas eficientes y los fines particulares o funciones pueden ser puestos en relación en términos de los estados sucesivos del cuerpo orgánico de acuerdo con las leyes y principios dinámicos, pero estos estados particulares y movimientos pueden integrarse en una unidad funcional más amplia. El enfoque analítico debe complementarse mediante la perspectiva sintética puesto que la unidad orgánica es también presupuesta en las funciones autorreguladoras que se fundan en la actividad espontánea de la fuerza unitaria del cuerpo. La ciencia de la dinámica y sus principios son el marco que las interacciones biológicas no pueden violar y les confieren su inteligibilidad. Una vez que la disciplina empírica de la anatomía ha descrito las partes del cuerpo y sus movimientos, la fisiología, como disciplina teórica, puede ofrecer definiciones del cuerpo orgánico a partir de las cuales las funciones particulares tales como la circulación, etc., pueden considerarse como medios para el fin general que caracteriza la especie en cuestión (es decir, su movimiento perpetuo). De esta manera las condiciones de la objetividad son satisfechas ya sea que los cuerpos vivos sean propiamente sustancias corpóreas o meros fenómenos bien fundados.

Ediciones

- A = G. W. LEIBNIZ. *Sämtliche Schriften und Briefe*, Hrsg. von der Akademie der Wissenschaften, Darmstadt-Berlin: Akademie-Verlag, 1923-...
- C = COUTURAT, Louis (ed.). *Opuscles et Fragments Inédits de Leibniz Extrait des manuscrits de la Bibliothèque Royale de Hanovre*. Paris: Alcan, 1903.(reimpr.: Hildesheim: Olms, 1961)
- Dutens = LEIBNIZ, Gottfried Wilhem. *Opera omnia* (L. Dutens, ed.) Genevae: Apud Fratres de Tournes, 1768.

Bibliografia

- Adams, R. (1994) *Leibniz: Determinist, Theist, Idealist*. Oxford: Oxford University Press
- Duchesneau, F. (1998) *Les modeles du vivant de Descartes a Leibniz*. Paris: Vrin
- Hooke, R. (1665). *Micrographia; or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon*, London, (reprinted in facsimile. New York, 1961, pp.102-4)
- Hooke, R. (1667), "An account of an experiment made by Mr. Hook of preserving Animals alive by blowing through their Lungs with Bellows," *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 2, October 4, pp. 539-40.
- Ishiguro, H. (1998) "Unity without Simplicity: Leibniz on Organism", *The Monist*, vol.81, No.4, pp 545-547
- Leibniz, G. W. (1994) *La réforme de la dynamique*, Paris: Vrin,
- Pasini, E. (1996) *Corpo e funzioni cognitive in Leibniz*, Milano: Franco Angeli
- Rutherford, D. (1995) *Leibniz and the Rational Order of Nature*. Cambridge: Cambridge University Press
- Vargas, E. (2001) "Analysis and Final Causes," *Nihil sine ratione. VII. Internationaler Leibniz-Kongress*, vol. 3, Berlin, pp. 1306-1312.
- Wilson, C. (1994) "Leibniz and the Logic of Life", *Revue Internationale de Philosophie*, vol.48, No.188, 2
- Wilson, C. (1997) "Leibniz and the Animalcula," *Studies in Seventeenth-Century European Philosophy. Ed. M. A. Stewart*, New York: Oxford University Press, pp. 153-175.

Ian Hacking y la filosofía de la experimentación

Marisa Velasco[†]
Universidad Nacional de Córdoba

Es posible afirmar que lo que hoy conocemos como epistemología de la experimentación tiene una partida de nacimiento: la publicación de *Representar e Intervenir* de Ian Hacking en 1983. Si bien en esta obra aún no había sido bautizada con ese nombre, en ella puede encontrarse una buena parte de las bases de la epistemología de la experimentación como programa para una filosofía de la ciencia. Llamo a esto un ‘programa’ porque lo que Hacking muestra allí son, desde su propio punto de vista, los cimientos de una nueva manera de hacer filosofía de la ciencia.

Han pasado más de veinte años desde la presentación de este programa, y se han desarrollado diversas líneas de investigación sobre las bases que sentó *Representar e Intervenir*. Este trabajo pretende mostrar cómo la obra posterior de Hacking supone una transformación del programa originalmente presentado, radicalizando algunos aspectos y suprimiendo otros. Para ello la primera sección presentará los aspectos centrales de la epistemología de la experimentación como perspectiva para una nueva filosofía de la ciencia en su versión de 1983, así como algunos desarrollos paralelos que van en una dirección muy similar a la de Hacking. En la sección siguiente se muestran algunas transformaciones interesantes dentro del propio pensamiento de Hacking. En la tercera sección se presenta una evaluación de lo que ha sucedido en la epistemología de la experimentación más allá de Hacking y del potencial futuro de la misma.

I. La experimentación en el centro del análisis

Representar e Intervenir está claramente dividido en dos partes. La primera parte del libro está dedicada a la representación científica; desde la perspectiva de Hacking, a los tópicos que habitualmente habían preocupado a los filósofos de la ciencia: teorías, significados, verdad. En la segunda parte de su libro, “intervención”, analiza diferentes tópicos filosóficos desde la perspectiva de las prácticas experimentales: experimentos cruciales, observaciones, creación de fenómenos, modelos, realismo y experimentación.

[†] marisav@arnet.com.ar

La idea base de esta polaridad entre representación e intervención es bastante antigua, y una versión similar a la que desarrolla Hacking puede encontrarse en los primeros pragmatistas norteamericanos¹. Pero con la publicación de *Representar e Intervenir*, la polaridad se convierte en el núcleo de un programa de investigación en filosofía de la ciencia. En este sentido la importancia de la obra no radica en la defensa del realismo que explícitamente aparece como su tesis central. Desde la perspectiva de análisis que estoy proponiendo el realismo de cierto tipo de entidades apoyado en la manipulación de las mismas, es una consecuencia de un conjunto de supuestos filosóficos más generales. Estos supuestos son los que constituyen las bases de la epistemología de la experimentación.

De esta forma el programa supone un replanteo de la filosofía de la ciencia clásica: el objetivo de la ciencia no puede reducirse a brindar teorías adecuadas, verdaderas -o el adjetivo que se considere más apropiado-, y en consecuencia su historia no puede tampoco reducirse a una sucesión y sustitución de diferentes teorías. Puesta en estos términos, la polaridad representación – intervención, parece tener fundamentalmente un objetivo filosófico. Los filósofos de la ciencia, para Hacking, no habían tomado en serio el costado experimental de la ciencia, pensando que la ciencia es fundamentalmente una actividad cuya finalidad es la construcción y validación de representaciones. Pero la polaridad se mostraba, para este autor, también de una manera más profunda dentro de las prácticas científicas; uno de los eslóganes más repetidos de esta obra fue “la experimentación tiene vida propia”. ¿Qué brindaba entonces, según Hacking, la polaridad antes mencionada? Pensar la ciencia atendiendo al rol que tienen las prácticas interventivas llevaba a un replanteo de problemas clásicos: la carga teórica, la distinción teoría observación, el problema del holismo, la construcción de la evidencia, y la lista podría continuar. Pero también mostraba problemas que vistos desde la perspectiva de las representaciones no emergían como genuinos tópicos filosóficos, por ejemplo, la creación y estabilización de fenómenos. Así la polaridad constituye un programa de investigación en filosofía de la ciencia apoyado en lo que podríamos llamar la doble naturaleza de la actividad científica.

Los presupuestos básicos del programa presentado por Hacking podrían resumirse de la siguiente manera:

a) La ciencia es más que una sucesión de teorías, o representaciones. Tener una imagen apropiada de la ciencia implica atender al costado experimental de la misma.

¹ La semiótica de Peirce asociada a su máxima pragmática, como la clasificación y la explicación de ‘las ideas’ de James, supone de diferentes formas esta polaridad.

b) Gran parte de los tópicos clásicos que han preocupado a los filósofos de la ciencia sólo pueden entenderse desde la perspectiva de la experimentación.

c) El rol de la experimentación en la actividad científica es más complejo que el mero testeado de teorías. Estrictamente no deberíamos hablar de experimentación, sino de experimentos. Existen experimentos exploratorios, experimentos que ‘crean fenómenos’, experimentos que sirven para ajustar modelos, etc.

d) “La experimentación tiene vida propia”, significa fundamentalmente que los experimentos tienen una relativa autonomía respecto de las teorías.

e) La actividad de diseñar, y sobre todo la de ejecutar experimentos, involucra un tipo de conocimiento no reducible a conocimiento teórico; este es el conocimiento del saber hacer.

f) Por todo lo dicho, el aspecto interventivo de la ciencia no puede reducirse a problemas de lenguaje, ni es el lenguaje una buena perspectiva para analizarlo. Rescribiendo el título de un viejo libro de Hacking podríamos decir ‘por qué el lenguaje dejó de importarle a la filosofía (de la ciencia)’.

Luego de la publicación de *Representar e Intervenir* es posible encontrar un importante crecimiento de investigaciones filosóficas e históricas en la dirección que esta obra señala. Para ser más precisa, creo que no habría problemas en sostener que ésta fue la obra que dio origen al *programa filosófico* para una epistemología de la experimentación. Pero esta nueva sensibilidad por las prácticas de laboratorio se dio en forma paralela y bastante independiente en otros sectores del conocimiento humano, dando origen a otras líneas de investigación o programas que pusieron más énfasis en aspectos históricos, sociológicos o cognitivos.

Por un lado, diversos historiadores de la ciencia comenzaron a escribir historias desde la perspectiva de los experimentos o desde la perspectiva de los instrumentos. Un buen ejemplo lo constituyen las investigaciones históricas de Peter Galison (Cf. Galison 1983), en este trabajo aparece la idea germinal de *How Experiments End* (Galison 1987). Aquí el autor sostiene que cuando un experimentador llega a un resultado experimental – o ‘termina un experimento’, para parafrasear el título de su obra de 1987- lo hace a través una serie de procesos que implican por ejemplo inferencias, calibración de instrumentos, eliminación de errores, interpretación de datos, entre otros. Sobre esta base epistemológica-metodológica Galison reconstruye la historia de varios experimentos de física de partículas del siglo XX. Investigaciones históricas como las de Galison resultan sumamente interesantes si se recuerda que Hacking acusó no sólo a la filosofía de la ciencia, sino también a la historia de la ciencia, de prestar atención casi con exclusividad a las representaciones en detrimento de las intervenciones.

Un giro similar sucedió en el terreno de los estudios sociales de la ciencia o investigaciones que tuvieron estrechas vinculaciones con el programa fuerte en sociología de la ciencia. El ya clásico trabajo de Latour y Woolgar *Laboratory Life* de 1979 es un buen ejemplo. Es un ejemplo tan notable que el propio Hacking (1988a) escribe un artículo “para dar la bienvenida a este tipo de trabajos” a los que llamativamente no tuvo en cuenta cuando escribió *Representar e Intervenir*.

Más tardíamente, aunque yo creo que también con una independencia similar respecto de lo que llamé el programa filosófico, otras disciplinas como la psicología cognitiva y la inteligencia artificial vieron en las prácticas experimentales un tópico de investigación para dar cuenta de los aspectos creativos de los científicos. Dentro de estas investigaciones se destacan principalmente dos líneas que tienen fluidas interrelaciones. Por un lado, aquellas que han desarrollado programas computacionales de descubrimiento científico, dentro de los cuales algunos involucran estrategias de tipo experimental. Por otro lado, se han desarrollado diversas investigaciones en el campo de la psicología cognitiva que intentan elucidar los patrones inferenciales de los científicos experimentales, especialmente en las actividades de diseño y ejecución de experimentos. Se destacan dentro de la primera línea programas como KEKADA, desarrollado por Simon y Kulkarni (Cf. Kulkarni & Simon 1988), y dentro de la segunda las investigaciones realizadas por David Klahr y Kevin Dunbar (Cf. Dunbar 1995; 1999; Klahr 2000; Klahr & Dunbar 1988; Klahr, Fay, & Dunbar 1993)

Todos estos desarrollos muestran que, si bien es cierto que fue Hacking quien originó el programa filosófico de una epistemología de la experimentación, también puede mostrarse que el mismo está constituido por la articulación de un conjunto de ideas, estrategias y perspectivas que se encontraban diseminadas en diferentes autores y ámbitos disciplinares en ese momento. Esto puede notarse tanto en a través de la historia de la ciencia, como de la sociología, pero también a través de la filosofía de la ciencia. En particular, su epistemología de la experimentación es una manera de ver a la ciencia como proceso, como algo epistemológicamente diferente de la ciencia como producto. En este sentido esta perspectiva puede verse como una refinación y radicalización de algunas ideas kuhnianas que flotaban en el ambiente filosófico de la época.

II. La experimentación en la obra de Hacking

A *Representar e Intervenir* le siguieron una serie de artículos sobre la temática durante la década de 1980 y principios de la siguiente (Hacking 1988a; 1988b; 1988c; 1992; 1992/1999). Estos trabajos presentan algunas características comunes, continuidades y también algunas diferencias tal como se muestra a continuación.

Los artículos señalados toman a la experimentación o a las prácticas de laboratorio desde diversas perspectivas o poniendo énfasis en diferentes aspectos. Sin embargo, ya desde *Representar e Intervenir* Hacking muestra lo interesante que le resulta la categoría de análisis desarrollada por Crombie de “Estilos de razonamiento”. Para 1983 Crombie había publicado algunos artículos donde presentaba la idea de “estilos”. Sin embargo, la gran obra de Crombie recién se publica en 1995 *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The History of Argument and Explanation Especially in the Mathematical and Biomedical Sciences and Arts*. Hacking transforma la idea de “estilo de pensamiento” de Crombie en su idea “estilo de razonamiento” (Hacking 1992). Es en esta dirección, la de los estilos de razonamientos, vistos desde la filosofía de la ciencia -y no tanto desde la historia como lo hace Crombie- que Hacking continúa analizando las prácticas experimentales. Su foco de atención es entonces el “estilo experimental” o algo un tanto más complejo que él desarrolla para las ciencias de laboratorio. Así su preocupación es cómo nacen y cómo se independizan de su origen los estilos. Los estilos generan las condiciones de verdad para la aplicación de estos estilos. De allí la idea de la “autoautenticación”² del estilo de las ciencias de laboratorio. Lo que se autoautentifica es el estilo de las ciencias de laboratorio, y con ello se justifican los objetos, leyes, enunciados, evidencia. Pero además, las ciencias de laboratorio se autojustifican a través de la relación de mutuo apoyo que presentan sus elementos. El desarrollo de Hacking se acerca peligrosamente a una versión constructivista social de la ciencia. A pesar de que se encarga una y otra vez de mostrar las diferencias con estos pensadores, son más las cosas que parece compartir que las que lo diferencian. En este contexto se hace casi necesaria la publicación de *The Social Construction of What?* (1999). Esta obra, a pesar del título y de varias ironías que contiene en su interior, muestra un respeto notable por las tradiciones constructivistas, aunque también una amplia variedad de críticas que hacen más clara su idea de autojustificación.

Pero volvamos al tema de los estilos. Aunque la idea de estilo de Hacking es deudora, como ya señalé, de la idea de estilo de Crombie, también constituye un desarrollo personal y bastante más filosófico que la idea de Crombie. Más aún, sin la categorización y la elaboración que Hacking hace de esta idea a fines de los 80 es posible rastrear categorías de análisis que se asemejan mucho a la “estilo de razonamiento” en obras más tempranas e históricas como *La emergencia de la probabilidad* (1975). En esta obra ya se nota la importancia que Hacking asigna a las manipulaciones en la construcción de representaciones. En particular, su historia de la emergencia de la probabilidad comienza destacando la importancia

² Utilizo la palabra “autoautenticación” porque varias traducciones españolas han utilizado ese neologismo.

de las llamadas ciencias bajas para la construcción de un concepto de evidencia que haga posible un concepto dual como el de probabilidad. Las ciencias bajas se caracterizan justamente por estar más cerca de las manipulaciones que de las representaciones.

El sucesivo refinamiento que Hacking hace de su idea de estilo de razonamiento, y particularmente de “estilo de laboratorio” muestra diferencias con la versión original de *Representar e Intervenir*. Por un lado, constituye una radicalización de las ideas presentadas en 1983. En particular, la autoautenticación de los estilos parece colocar en una oposición más radical “representar” e “intervenir”, a la vez que otorga una autonomía más marcada a la una de la otra. Sin embargo, por otro lado la autojustificación de las ciencias de laboratorio a través de esta idea de mutuo ajuste para conseguir la buscada estabilidad de los fenómenos coloca a la representación en una interrelación tal, que una vez que se ha conseguido estabilizar un fenómeno en el laboratorio y su manipulación ha permitido “observar” otras partes del mundo, se podría hablar de una fusión material de representar e intervenir. En esta nueva fusión no son sólo dos las categorías de base, a la representación y la intervención se suman las técnicas e instrumentos.

III. La epistemología de la experimentación más allá de Hacking

Dejemos a Hacking por un momento para ver qué paso en estos veinte años en la epistemología de la experimentación. Permítanme citar una evaluación muy reciente de un filósofo cuyo trabajo se inscribe en lo que aquí he llamado epistemología de la experimentación.

El desarrollo de la filosofía de la experimentación científica en los pasados veinte años ha tenido dos rasgos principales. Después de un rápido comienzo en la década de 1980, parece haber perdido una buena parte de su impulso durante la década siguiente. (Radder 2003: 1).

El segundo rasgo, al que se refiere Radder, es que el desarrollo de investigaciones de las prácticas de laboratorio en el ámbito de la historia de la ciencia y los estudios sociales de la ciencia ha sido notable durante el mismo período. Una caracterización similar hace Steinle (2002).

Esta evaluación del desarrollo de la epistemología de la experimentación en los pasados veinte años se encuentra atada una característica que parece estar en el programa original, pero desconoce otra característica que el programa original sólo insinuaba y que el propio Hacking llamativamente no ha explorado demasiado.

La primera característica a la que me refiero tiene que ver con la posibilidad de lograr una filosofía general de la ciencia que preste ‘la debida atención’ a las prácticas experimentales, esto es lograr una imagen de la ciencia en la que el rol de la experimentación ocupe un lugar apropiado. Parece desprenderse de la primera formulación del programa que era posible llevar adelante esta tarea. En este

sentido, la evaluación de Radder o Steinle es correcta, estamos muy lejos de tener una caracterización acabada de las prácticas experimentales. Sin embargo, estos veinte años muestran un intenso trabajo dentro de la filosofía de la ciencia en esta dirección. Lo que sucede es que una buena parte de ese trabajo se ha dirigido hacia problemáticas particulares de las prácticas experimentales de ciertas disciplinas. Lo que las investigaciones de estos veinte años han mostrado es que las prácticas experimentales, o las interrelaciones entre instrumentos, experimentos y teorías, son aún más complejas de lo que se intuía a principios de los ochenta. De esto no se sigue que se haya perdido buena parte de la euforia original. Lo que se ha perdido es cierta ingenuidad respecto a la posibilidad de alcanzar una caracterización general. Un proceso similar puede encontrarse en la relación entre filosofía general de la ciencia y filosofía de las ciencias particulares. Es en este sentido que creo que estas evaluaciones han quedado demasiado atadas a la formulación original del programa. El tipo de ejemplos que Hacking trabajó en *Representar e Intervenir* parecía sostener que este era el objetivo del programa. Pero la evaluación del estado actual no creo que deba hacerse respecto a su formulación original, sino en relación con el estado del problema.

Otro aspecto que las investigaciones de estos veinte años han mostrado, y aquí han colaborado mucho los historiadores de la ciencia, y especialmente los historiadores de instrumentos, es que probablemente una caracterización general sea imposible porque el propio concepto de experimento es un concepto histórico, y también que las prácticas experimentales se desarrollan en la historia. Este desarrollo trae consigo elementos nuevos que requieren una reflexión epistemológica igualmente nueva. Sin duda no son lo mismo las prácticas experimentales de Boyle o Galileo que las que se desarrollan hoy en grandes aceleradores de partículas. Esta manera de ver a la experimentación sólo está sugerida en la versión original del programa. De otra manera no tendría sentido que los ejemplos de Hacking pasearan por toda la historia de la ciencia y por varias disciplinas sin el menor comentario al respecto.

Resulta extraño que la propia idea de estilo, en Hacking, no sea sensible a su desarrollo histórico en este sentido. Particularmente resulta extraño viniendo de alguien que ha pensado desde hace varios años en el desarrollo de una epistemología histórica. Los estilos de Hacking tienen historia, nacen, se desarrollan y mueren. Pero, en la aplicación que hace de los mismos, esta caracterización no pasa de ser sólo una metáfora.

Finalmente, una última evaluación del programa. Aunque según mi punto de vista la presentación original del mismo resultó sumamente fructífera para generar una nueva perspectiva, en la actualidad podría sostenerse que las categorías originales de representar e intervenir necesitan una reformulación y cierta eliminación de la polaridad con la originalmente se generaron. A partir de

trabajos históricos y epistemológicos, se hace patente que ya no alcanza con eslóganes como “la experimentación tiene vida propia”. La propia idea de Hacking de autojustificación de las ciencias de laboratorio incorpora, además de representación e intervención, la dimensión instrumental dentro de su análisis. A esto se suma que las prácticas científicas contemporáneas han incorporado lenguajes y metodologías como las simulaciones computacionales que se resisten a entrar en alguno de las dos categorías originales.

Bibliografía

- Crombie, A. C. (1995). *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The History of Argument and Explanation Especially in the Mathematical and Biomedical Sciences and Arts*. Duckworth Publishing.
- Dunbar, K. (1995). "How Scientifics Really Reason: Scientific Reasoning in Real-World Laboratories". En Sternberg, R. & Davidson, J. (Eds.), *Mechanisms of Insight*. MIT Press.
- Dunbar, K. (1999). "How Scientist Build Models: In vivo Science as a Window on the Scientific Mind". En Magnani, L., Nersessian, N. & Thagard, P. (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*. Plenun Press.
- Galison, P. (1983). "How the First Neutral Current Experiments Ended". *Review of Modern Physics*, 55, 477-509.
- Galison, P. (1987). *How Experiments End*. The University of Chicago Press.
- Hacking, I. (1983/1996). *Representar e intervenir*. Paidós.
- Hacking, I. (1988a). "On the Stability of the Laboratory Science". *Journal of Philosophy*, LXXXV(10), 507-514.
- Hacking, I. (1988b). "The Participant Irrealist at Large in the Laboratory". *British Journal for the Philosophy of Science*, 39, 277-294.
- Hacking, I. (1988c). "Philosophers of Experiment". En *Psa 1988*, V2.
- Hacking, I. (1992). "'Style' for Historians and Philosophers". *Studies in History and Philosophy of Science*, 23(1), 1-20.
- Hacking, I. (1992/1999). "La autojustificación de las ciencias de laboratorio". En Abrogí, A. (Ed.), *Filosofía De La Ciencia: El Giro Naturalista*. Universitat de les Illes Balears.
- Hacking, I. (1999). *The Social Construction of What?* Harvard University Press.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). "Dual Space During Scientific Reasoning". *Cognitive Science*, 12, 1-55.

- Klahr, D., Fay, A., & Dunbar, K. (1993). "Heuristics for Scientific Experimentation: A Developmental Study". *Cognitive Psychology*, 25, 111-146.
- Kulkarni, D., & Simon, H. (1988). "The Processes of Scientific Discovery: The Strategy of Experimentation". *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- Radder, H. (2003). "Toward a More Developed Philosophy of Scientific Experimentation". En Radder, H. (Ed.), *The Philosophy of Scientific Experimentation*. University of Pittsburgh Press.
- Steinle, F. (2002). "Experiments in History and Philosophy of Science". *Perspectives on Science*, 10(4), 408-432.

