

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XI JORNADAS

VOLUMEN 7 (2001), Nº 7

Ricardo Caracciolo

Diego Letzen

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



[Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/arg/)



¿Hay un programa de geometrización de la física en Hertz?

Pedro W. Lamberti* / Víctor Rodríguez**

Introducción

Heinrich Hertz es bien conocido por sus aportes científicos en diversas áreas de la física, en particular, por sus trabajos teóricos y experimentales en el ámbito del electromagnetismo. Fundamentalmente, a la luz del desarrollo posterior de la física, el aporte más significativo de Hertz fue la incorporación definitiva del concepto de campo dentro de esta disciplina.¹ Por otra parte, en el contexto de la epistemología, suele asociarse su nombre con el concepto de modelo, al menos en su temprana presencia y posterior influencia en los pensadores del Siglo XX. Las investigaciones recientes reflejan la influencia de este pensador sobre importantes filósofos posteriores: Wittgenstein, Hilbert, Weyl, Ramsey.² Su concepto de imagen (*Bild*) jugó un papel central en las caracterizaciones de la mecánica, tanto en la versión del propio Hertz como en los enfoques de científicos contemporáneos y posteriores. Si bien esta idea tiene antecedentes en la filosofía de la ciencia de su maestro Helmholtz, en particular por el uso que hace de la analogía, cobra en la obra de Hertz dimensiones especiales por el lugar que ocupa en la relación entre mecánica y geometría.

Si nuestro enfoque es adecuado, para comprender el programa de geometrización de la mecánica de este autor y poder responder adecuadamente a la pregunta de base de este trabajo, hay que considerar tres vertientes conceptuales: a) ciertos aspectos de las matemáticas del Siglo XIX, b) los enfoques sobre la mecánica anteriores a Hertz, y c) cuestiones relativas a su concepción filosófica.

Comenzamos por los aspectos matemáticos. A los efectos de entender su geometría de sistemas de puntos, como base prioritaria de su enfoque, es necesario contextualizar su introducción de una métrica riemanniana en el espacio de configuración de su sistema. Este aspecto es descrito en la segunda parte de este trabajo. No obstante, es conveniente señalar aquí que Hertz introdujo varias nociones geométricas, en particular, un concepto de ángulo que le permitió definir una curva lo más recta posible, que a su vez lo llevó a la expresión de su ley básica de movimiento. De acuerdo con Lützen,³ fundamenta esta estrategia en tres argumentos principales: i) la versión matemática que usa permite una fuerte analogía entre el sistema de puntos y el movimiento de una partícula singular, ii) le permite obtener una formulación más simple de la ley fundamental del movimiento, y iii) ésta sitúa al principio de Hamilton en el núcleo de la presentación y muestra que es un método puramente geométrico.

Dado que es posible hoy interpretar a sus trayectorias de los sistemas mecánicos como geodésicas en una variedad riemanniana, es importante distinguir entre la formulación de Hertz y las versiones geométricas posteriores. Él enfatiza que hay sólo una analogía formal entre su geometría de sistemas de puntos y la geometría riemanniana n -dimensional. La razón de que se trate sólo de una analogía formal estriba en su filosofía de las matemáticas

* Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba. CONICET

** Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.

de fuerte raíz kantiana. Hay fragmentos de *Los Principios de la Mecánica*⁴ que indican su interpretación a priori de las matemáticas en un sentido kantiano. Más aún, todo parece indicar que consideró a la geometría euclídeana como dada a priori. Naturalmente, a partir de esta concepción de las matemáticas es comprensible su distancia con la geometría riemanniana de muchas dimensiones. No era afecto a las abstracciones supra-sensibles. Por ello, en su formulación de su sistema de puntos, no introdujo el elemento de línea riemanniano a priori sino que lo derivó del elemento de línea del espacio euclídeano, a través de sus definiciones de las partículas materiales basadas en su imagen de la mecánica que prescindía del concepto de fuerza.

Cabe señalar algunos antecedentes matemáticos al respecto. En *Los Principios de la Mecánica* cita a Beltrami, Lipschitz, Darboux, y esto obliga a un análisis histórico del papel de varios matemáticos del Siglo XIX en relación con la evolución de la geometría y su incidencia sobre la mecánica. En las *Disquisitiones generales circa superficies curvas* de Gauss⁵ y la *Theory of Systems of Rays* de Hamilton⁶ encontramos teoremas que luego fueron relacionados a través de la geometrización de la mecánica. Estos trabajos condujeron a la ecuación de Hamilton-Jacobi y en particular a la versión de Jacobi del principio de mínima acción. En esencia, Hamilton había mostrado que se podía llevar estas ideas a la mecánica, pero sobre la base de considerar un par de ecuaciones diferenciales parciales. Jacobi señaló que era suficiente conocer la solución completa de una de estas ecuaciones. Se ha señalado que Hamilton llevó sólo el formalismo analítico pero no los elementos geométricos de su óptica a la mecánica, y que también el tratamiento que hizo Jacobi de su formalismo fue puramente analítico. Aparentemente, recién Serret en 1848 dio una versión geométrica de él. Otro antecedente importante al respecto es Liouville y su geometrización del principio de mínima acción.⁷ Lipschitz aparece en esta escena con un trabajo de 1872 en el que estudia la mecánica como un problema acerca de la transformación de la forma diferencial en la integral de acción e introduce conceptos geométricos en el espacio de configuración. Así, este autor estableció una fuerte conexión entre los trabajos de Gauss y Riemann sobre geometría diferencial y la mecánica de Hamilton-Jacobi. De acuerdo con las fuentes que hemos consultado, no está claro el papel de Lipschitz en las ideas de Hertz, pero parece haber sido realmente menor, como también parece serlo la obra de Darboux.

Recapitulando el enfoque matemático de Hertz sobre la mecánica, a diferencia de los matemáticos anteriores, para él los sistemas mecánicos se mueven a lo largo de las líneas más cortas, aunque no siempre éstas eran geodésicas. Los matemáticos en general consideraron restricciones holonómicas mientras que Hertz permitió restricciones no-holonómicas y descubrió que en estos casos no se sostenía el principio de mínima acción de Hamilton. Dicho sea de paso, Hertz acuñó el término 'holonómico' para indicar que cierta ecuación diferencial es integrable. Por ello consideró al principio del 'camino más recto' como la ley fundamental y no el principio de Hamilton u otros principios variacionales similares.

Como sucede generalmente en la historia de la ciencia, las ideas de Hertz, aún cuando de considerable generalidad, fueron estimuladas por algunos antecesores, como Helmholtz, en particular el uso de las analogías en este pensador y su asociación con condiciones generales bajo las cuales pueden aparecer características físicas generales del movimiento térmico. Pero también sus ideas influenciaron de manera notable a numerosos científicos importantes contemporáneos y posteriores, como es el caso de Paul Ehrenfest, entre otros. Desde este punto de vista, su programa representa un temprano y original intento de extra-

polación de una visión geométrica a otros sectores de la física. Ehrenfest mostró en su disertación doctoral que era posible usar los métodos que Hertz había expuesto en *Los Principios de la Mecánica* para derivar las ecuaciones de movimiento de un fluido incompresible y también las ecuaciones de movimiento de un cuerpo rígido que se mueve en un fluido de tales características.⁸ Ludwig Boltzmann expresa también de diversos modos la importancia de la contribución de Hertz a la mecánica teórica. A esto es posible apreciarlo por ejemplo, en sus *Populäre Schriften*, en particular en su reflexión sobre los principios de la mecánica.⁹

Con respecto a los aspectos epistemológicos de su obra, Hertz despliega una fuerte defensa del uso de sistemas simbólicos de todo tipo, tales como modelos-imágenes y modelos abstractos. Su propuesta de términos y axiomas, desde la perspectiva de las heurísticas involucradas en su obra, le permiten articular la mecánica como un cuerpo teórico coherente. Su noción de partícula y su asociación con secuencias de eventos que se hallan vinculados de modo no especificados, son un buen ejemplo de los alcances para la mecánica de su estrategia global para abordar y construir este cuerpo teórico.

La geometría que subyace en la mecánica de Hertz

En esta sección daremos los elementos básicos de la formulación geométrica que Hertz propone para la mecánica. Una exposición más detallada del formalismo se puede encontrar en la referencia [10]. Al antecedente inmediato de esa formulación lo encontramos en el trabajo *Sobre un nuevo principio general de la mecánica* de Gauss del año 1829: Gauss considera un sistema de n partículas sujetas a fuerzas F_k , $k = 1, \dots, n$ y con vínculos. Representamos a las $3n$ coordenadas cartesianas de estas partículas por x_1, x_2, \dots, x_{3n} y a las componentes cartesianas de las fuerzas por X_1, X_2, \dots, X_{3n} . Las masas de las partículas son denotadas por m_k , $k = 1, \dots, 3n$. De hecho, con esta notación, $m_1 = m_2 = m_3$, etc. Gauss introduce la cantidad

$$D = \sum_{k=1}^{3n} m_k \left(\frac{d^2 x_k}{dt^2} - \frac{X_k}{m_k} \right)^2 \quad (1)$$

Para el caso en que no hay vínculos, las ecuaciones de movimiento son:

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} = \frac{X_k}{m_k} \quad (2)$$

Podemos por ello identificar a la cantidad (1) como la desviación (cuadrática) del movimiento dado por (2) debida a los vínculos. Gauss deriva las ecuaciones de la mecánica a partir de una variación de la función D , pero dejando inalterado el estado instantáneo del sistema, las restricciones a las cuales el sistema está sujeto, las fuerzas que actúan sobre el sistema y las masas de las partículas. Con estas condiciones, la variación de D se escribe:

$$\delta D = 2 \sum_{k=1}^{3n} \left(m_k \frac{d^2 x_k}{dt^2} - X_k - \sum_{i=1}^r \lambda_i \frac{\partial F_i}{\partial x_k} \right) \delta x_k = 0$$

La última igualdad representa la condición estacionaria sobre D , y es precisamente la formulación matemática del principio de D'Alembert.¹⁰ Las cantidades λ_i son los multiplicadores de Lagrange.

En su formulación Hertz parte de la expresión (1) pero particularizada al caso en que todas las masas son iguales a 1 y que no hay fuerzas externas, $X_k = 0$:

$$D = \sum_{k=1}^N \frac{d^2 x_k}{dt^2}$$

Aquí el número N se incrementa de una manera no especificada (este hecho está relacionado con tomar las masas iguales a 1). Utilizando el *Principio de Energía*, el cual no es más que el principio de conservación de la energía,

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \left(\frac{dx_k}{dt} \right)^2 = \text{constante}$$

es posible reemplazar la derivada segunda $\frac{d^2 x_k}{dt^2}$ por $\frac{d^2 x_k}{ds^2}$, donde

$$ds^2 = \sum_{k=1}^N dx_k^2 \quad (3)$$

Así se llega a la cantidad

$$K = \sum_{k=1}^N \frac{d^2 x_k}{ds^2} \quad (4)$$

Hertz llama a la cantidad ds^2 el elemento de línea y a $K^{1/2}$ la curvatura de la trayectoria descrita por el sistema. Además postula

$$\delta K = 0$$

y enuncia este postulado en la siguiente forma:

“Todo sistema libre permanece en un estado de reposo o de movimiento uniforme a lo largo de un camino de mínima curvatura.”

Es interesante destacar la similitud de este enunciado con el análogo de los *Principia* de Newton. Las expresiones (3) y (4) reflejan el carácter geométrico de la formulación de Hertz. Desde un punto de vista físico el formalismo arriba descrito presupone un reemplazo de las acciones que aceleran (fuerzas) por ecuaciones de vínculos (*constraints*). Dicho de otra forma, Hertz construye la materia a partir de puntos materiales, los cuales no ejercen fuerzas unos con otros, pero que están ligados entre sí por vínculos.

Conclusiones

En relación con la pregunta inicial de este trabajo, estimamos que se ha podido mostrar con relativa claridad el aspecto geométrico de su concepción de la mecánica, y en este sentido nuestra respuesta es afirmativa. No obstante, como hemos tratado de argumentar aquí, a los efectos de entender el alcance de esta respuesta, es necesario un abordaje de aspectos complementarios concernientes a cuestiones matemáticas, físicas y filosóficas. Estas tres perspectivas son necesarias, a nuestro juicio, para dar una versión comprensible del lugar que ocupa la geometrización en el programa de Hertz para la mecánica. Esencialmente, su concepción filosófica acerca de las matemáticas, en particular, su fuerte raíz kantiana lo condi-

cionó para objetar el status epistemológico de la geometría riemanniana como otras versiones similares en cuanto al grado de abstracción, y optar por el tradicional modelo euclideo. Este aspecto conservador de su programa fue compensado por la incorporación de un conjunto de definiciones en torno al concepto de partícula material, lo cual a nuestro entender, conlleva el peso de la prueba en lo referente a la adecuación empírica de su modelo ya que, como fue expresado anteriormente, Hertz era plenamente consciente de la equivalencia formal entre estas concepciones de la geometría.

Históricamente Hertz queda, en este aspecto, a mitad de camino entre los primeros intentos de geometrizar la mecánica (o al menos parte de ella) y las versiones posteriores fuertemente ancladas en espacios geométricos y topológicos de considerable desarrollo posterior. A pesar de ello, y habida cuenta de su influencia sobre filósofos y científicos posteriores, creemos que el programa de Hertz es un excelente antecedente relacionado con ulteriores intentos de geometrización de la física y ha servido de base para una serie de líneas de investigación sobre las relaciones entre teorías y modelos en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX.

Referencias

- ¹ Lamberti, P W, "Las contribuciones de H. Hertz al desarrollo y consolidación del concepto de campo electromagnético", *Epistemología e Historia de la Ciencia*, Vol. 5, 1999, 230-233.
- ² Baird, D., Hughes, R., Nordmann, A. (eds.), *Heinrich Hertz: Classical Physicist, Modern Philosopher*, Kluwer Ac. Pub., Dordrecht, 1998.
- ³ Ver Lutzen, J en ref. 2.
- ⁴ Hertz, H., *Principles of mechanics*, Dover Publications, New York.
- ⁵ Gauss, C.F., *Werke*, Vol. 4, Gottingen. Konigliche Gessellschaft der Wissenschaften, 1873.
- ⁶ Hamilton, W R., *Mathematical Papers*, Vol. 1, London, Cambridge U.P., 1931.
- ⁷ Ver Lutzen, J. en referencia 2.
- ⁸ Ehrenfest, P., *Collected Scientific Papers*, ed. por M. Klein, North Holland Pub. Co., Amsterdam, 1959.
- ⁹ Boltzmann, L., *Populäre Schriften*, D. Reidel P. Co, Dordrecht, 1974.
- ¹⁰ Sommerfeld, A., *Mechanics*, Academic Press, New York, 1964.

¿Progreso en la historiografía?: de los *Combates por la historia* a *Adiós a las armas*

Nicolás Lavagnino*

¿Ha habido progreso en los estudios historiográficos, en el sentido de que nosotros entendamos el pasado mejor ahora que antes? Esta pregunta es el punto de partida de este trabajo, cuyo objetivo pretendido es reflexionar en torno a la idea de progreso aplicada a la historiografía y los criterios que permitirían su mensurabilidad. Con el mismo interrogante comienza un trabajo que voy a reseñar, y con el cual pretendo discutir. El trabajo en cuestión es el de Raymond Martin *Progress in historical studies*,¹ el cual reseñaré a fin de someterlo luego a una crítica a partir de un contraejemplo concreto de discusión historiográfica. Finalizaré con una breve conclusión a fin de sentar posición en torno a un problema que me parece interesante: el del sentido de los estudios historiográficos, su relación con el mundo del cual emergen y al cual refieren, y los criterios para evaluar su cambio o recurrencia a lo largo del tiempo.

I. El sentido de la divergencia

El trabajo de Raymond Martin se inicia con una comparación: mientras las ciencias naturales han progresado indiscutiblemente, los estudios históricos no parecen poder trascender el estado de divergencia, caos y fragmentación. Sin dudas, dice Martin, conocemos más del pasado, en el sentido de que disponemos de más fuentes, datos, evidencias, etc., pero eso no significa que comprendamos e interpretemos mejor los eventos históricos. Por lo tanto, para acceder a una idea de progreso es necesario definir a ésta última de modo más preciso. Según este autor podemos decir que hay progreso en una disciplina como la historia cuando tenemos una mejor comprensión del pasado. Y esto ocurre cuando un conjunto de interpretaciones que incluye algunas de factura reciente, se revela como más eficaz en su tarea comprensiva que otro conjunto de interpretaciones que sólo contenga elaboraciones de viejo cuño. Ahora bien, ¿cómo se mide la eficacia de los conjuntos interpretativos? Al decir de Raymond Martin la eficacia de la interpretación depende de la luz que aporta a la comprensión del problema. La dificultad reside en determinar qué es lo que hace que una interpretación resulte iluminadora. Para indagar más profundamente en esta marea conceptual, el autor se sumerge en una discusión historiográfica concreta, aquélla que versa sobre la Revolución Americana y sus interpretaciones, a fin de develar la dinámica que asume el debate disciplinario.

Lo que Martin observa es que la discusión académica se orienta en torno a ciertos *polos interpretativos*, los cuales agrupan escuelas rivales y alternativas, cada una con sus puntos de vista y perspectivas pero que, sin embargo, comparten un común *Foco interpretativo*. A partir de esta clarificación inicial Martin aduce que los polos se discuten recíprocamente pero, a la vez, ingresan en una dialéctica que los lleva, progresivamente y en zig zag, a describir una trayectoria asintótica en torno de un hipotético punto de encuentro. En un primer momento ambas corrientes delimitan claramente sus puntos de partida, para en un

* Universidad de Buenos Aires.

segundo momento incorporar puntos de vista del otro polo, lo cual conlleva un gradual acercamiento. Esto lleva a la aceptación por ambas partes de un común foco interpretativo, una perspectiva que, como acuerdo macro, sirve como problematización primera del asunto. Sin embargo, observa Martin, en algún punto el movimiento hacia la convergencia detiene su progresión zigzagueante y se estanca alrededor de una situación en la cual cierto grado de divergencia permanece irreductible.

Esta divergencia ineliminable es la fuente del progreso, según Martin, la garantía de un proceso secular que asegura una mejor comprensión del pasado. Sin embargo esta misma divergencia es la que ha llevado a P. Novick, con quien Martin discute, a afirmar que la disciplina de la historia ha cesado de existir, a partir de una comparación desfavorable que establece entre la progresión consensual de las ciencias naturales y la dispersión conflictiva de la historiografía. ¿Qué sentido otorgarle, entonces, a esta ubicua y ambigua divergencia académica?

Martin opina que es improcedente aplicarle a la historia las mismas categorías analíticas que a las ciencias naturales. En primer lugar, dice, porque tienen distintos objetivos. Las ciencias naturales buscan comprender el mundo, volverlo accesible al entendimiento. La historia, se propone más que eso: dotarlo de un sentido.

Pero este sentido, afirma, no emerge de la nada. Los historiadores escriben desde comunidades, y es a partir de esa situación que intentan, a pesar de la ignorancia, articular un relato coherente y pleno de sentido, que exprese y satisfaga los deseos y anhelos de esas comunidades. Y es aquí donde se introduce la divergencia: no todas las interpretaciones coherentes y plenas de sentido pueden reducirse y resumirse en una sola. Volver al mundo comprensible, dotarlo de sentido, no es una empresa que admita sentidos únicos, asignaciones interpretativas unívocas. Los historiadores y sus audiencias, como comunidades, parecen tener distintas concepciones del mundo, disímiles caminos a partir de los cuales volverlo comprensible, coherente y pleno de sentido.

Una vez establecido el origen 'humano' de esta divergencia, queda claro que el procedimiento de Novick, de juzgar a la divergencia historiográfica como una limitación disciplinaria y como evidencia de la carencia de progreso, no es pertinente. La divergencia, dice Martin, no es condición suficiente pero sí necesaria de cualquier posible progreso en la historiografía. Es la divergencia, a través de la confrontación y la necesidad de una búsqueda de interpretaciones alternativas, la que garantiza aquella progresión en zig zag, a ciegas, a tientas, que nos lleva de un polo interpretativo a otro, en una carrera interminable, infinita tal vez, en pos de interpretar el pasado.

Entonces, si la divergencia lleva a un avance, debemos elaborar los criterios para mensurar la ocurrencia de éste último. Y bien, es aquí donde a mi parecer la argumentación de Martin no resulta consistente, o no resuelve la cuestión.

En el que constituye un punto crítico del trabajo de Raymond Martin, una red interpretativa se revela como superadora cuando resulta más 'iluminadora' que otra red alternativa. Esto significa que clarifica más acabadamente, es decir, en términos de Martin, que es capaz de dar cuenta de modo más exhaustivo, balanceado y coherente un evento o conjunto de eventos. Pero el problema, a mi juicio, se repite. ¿Qué es lo que resulta evidente, en relación a las cualidades de exhaustividad, balance y coherencia? Si bien el tamiz iluminador sirve para descartar las hipótesis rivales más burdas, la solución no parece evidente en casos más refinados. El *quid* de la cuestión radica justamente allí, en la disputa que las

corrientes dan en torno a la noción de exhaustividad, coherencia y balance. ¿Cuándo estaremos satisfechos de una explicación? Muy probablemente no haya una respuesta 'objetiva' o validada intersubjetivamente que permita zanjar la cuestión. La coherencia, la exhaustividad no son parte de la respuesta, no están situadas fuera del campo de batalla. Son parte del problema, y están inmersas en el espacio no neutral.

Intentaré, en la segunda sección, presentar un contraejemplo historiográfico que ilustre esta crítica y permita, a la vez, delinear los esbozos de una posible conclusión.

II. Combates por la historia

El debate en torno a los fines de la esclavitud fue planteado ya en el siglo XIX y las respuestas se orientaron en torno a dos explicaciones no excluyentes y no contradictorias. Por un lado, el declive de la forma esclavista se habría debido a la cristianización y la misión evangelizadora de la Iglesia Católica, la cual habría alentado las manumisiones de esclavos y condenado la caza indiscriminada de esclavos, concientizando en torno a la humanidad de los cautivos. Por otro lado, la cuestión militar (principalmente en Pirenne) habría incidido en el declive desde el momento en que el fracaso del Imperio Romano para extenderse y su posterior derrota, sumada a la guerra defensiva de la Cristiandad, constituyeron elementos decisivos a la hora de explicar la dificultad de reaprovisionarse de mano de obra esclava. Estaríamos así ante una 'crisis de existencias', ante la cual se buscó una salida alternativa, esto es, la fijación de los anteriores esclavos en pequeñas parcelas (*casamentum*), concediéndoles el usufructo de la tierra, ciertos aperos, la posibilidad de formar familias etc., en lo que se considera una elevación de status, una humanización de los esclavos (*servi*) en tren de igualación con respecto a los colonos que eran, básicamente, hombres libres.

Contra estas dos interpretaciones canónicas se alzó Marc Bloch, en la primera mitad del siglo XX. Para este autor ni el papel de la Iglesia Católica ni la problemática militar-demográfica resultan relevantes. Desde su perspectiva, que no se agota en este sólo punto, el problema del esclavismo es que no es rentable, en lo que constituye una interpretación de tono casi monocausal. Las manumisiones y el *casamentum* son sólo dos salidas temporales de la crisis, la cual no se resuelve hasta la entrada de la figura servil, a partir del siglo XI. Median, entre tanto, cinco y siete siglos de hiato, que son los que hay que explicar y en los cuales se desenvuelve el enigma de la historia.

Bloch marca el inicio de un segundo momento del debate, aquel en el que se abandonan las posturas iniciales, monocausales, y se inauguran las interpretaciones que postulan jerarquías, ordenamientos que, si bien casi siempre son rematados por un último vector explicativo definitivo, denotan el inicio de la articulación de las redes explicativas multicausales.

Siguiendo a Bloch, cronológicamente posteriores, Duby y otros autores terminaron por desmontar la interpretación clásica, estableciendo a la vez su propio canon. Éste comprende un economicismo creciente (análisis de rendimiento del trabajo esclavo, consideraciones de natalidad, cambios en las formas productivas, costes de producción) y la postergación de las explicaciones de tipo social, cultural e ideológico. Esto también es perceptible en la aportación marxista al debate, la cual ha pivotado en derredor de dos posiciones. Una, 'stalinista', con perdón de la palabra, sitúa el problema en relación al desfase entre fuerzas productivas y relaciones de producción, siguiendo literalmente a Marx y Engels. Desfase que sólo es superado a partir de la reformulación de estas relaciones de producción, con las invasiones germánicas y la síntesis con el mundo clásico, poniendo fin así al esclavismo y dando

paso a la superior forma feudal. Con esto el fin del esclavismo se da, necesariamente, no después del siglo V. Esta posición es sostenida, entre otros, por S. Staerman y S. Kovaliov.

Pero esta visión fue tachada de mecanicista y burda por P. Dockès, quien se constituyó en uno de los referentes de la heterodoxia marxista. La perspectiva de este autor reafirmaba la importancia de la lucha de clases como factor determinante en la declinación del sistema esclavista. Al igual que los otros autores de este segundo momento, Dockès fluctúa entre el esquematismo monocausalista y la apertura a nuevas interpretaciones. Discute la idea de que la esclavitud no era rentable, observando que las grandes propiedades son las más productivas, las de mejores desempeños y, no casualmente, aquéllas en las que el esclavo se encontraba en mayor proporción en el período tardorromano. Es suya también la idea de 'los fines del esclavismo', esto es, el reconocimiento de un flujo y reflujo de la extensión de la forma esclavista, ligada como lo estaba esta última a la vitalidad o desaparición de la superestructura estatal, la cual operaba como condición necesaria de sustentabilidad del sistema.

Otro enfoque que media entre el monocausalismo y la integración múltiple es Ch. P. P. rain, el campeón de la veta tecnológica, quien enfatiza la mejora de los aperos, la aparición del arado de hierro con ruedas y los molinos hidráulicos como causas determinantes en los cambios de las formas de producción.

Hasta aquí el segundo momento: la rentabilidad, la lucha de clases, la innovación tecnológica, la síntesis de modos de producción, la incidencia religiosa, la desventura militar. Estos polos interpretativos incorporan, en el entramado de su red conceptual, aportes de las otras corrientes, en lo que podríamos caracterizar como un 'zig zag de progresivo acercamiento', del cual habla Raymond Martin. La divergencia se atenúa, los oponentes empiezan a compartir la común redefinición del foco interpretativo y es así como van combinándose y articulándose verdaderos vertebrados interpretativos, que son los que conforman la 'tercera generación'.

Como he hecho hasta aquí, tomaré sólo algunos autores, aquellos que considero más representativos o interesantes, a fin de no agotar ni confundir. Dos rasgos son claves en esta tercera etapa. Uno: la disputa cronológica culmina, estableciéndose el fin del esclavismo cerca del año mil, declarándose caduca toda otra datación (en especial la tradicional del siglo V, que ligaba la suerte del esclavismo al Imperio Romano de Occidente). Dos: la multicausalidad se exacerba a punto tal que la fragmentación interpretativa permite incluso jugar con elementos teóricos de distintas escuelas, a partir de los cuales se levanta una extensa red argumentativa que suele aplicarse a un análisis de caso, lo cual desmiente toda pretensión de universalidad.

A tono con esto G. Bois, uno de los autores de este período, utiliza indistintamente los modos de producción marxistas y la economía-mundo de los *Annales* braudelianos. En P. Bonnassie encontramos un catálogo humillante de fuentes innovadoras: métodos arqueológicos, teoría de sistemas, investigaciones regionales, métodos comparativos. La profusión de fuentes va de la mano de la mixtura y miscelánea teórica, lo que contribuye a la flexibilización interpretativa la cual, de todos modos, no se aplica más que al estudio de casos ínfimos. A la vez, de estos casos no se pretende extraer ninguna pauta universal o macro que explique o interprete el sentido de los eventos pasados.

Este es el momento en que el modelo estalla. El vasto arsenal de fuentes, teorías e interpretaciones no sirve, aún, para que los historiadores se pongan de acuerdo en torno a cosas

elementales: los siglos V al X ¿son siglos de expansión económica? ¿Cuál es el motor de ese hipotético crecimiento? ¿Cuál es el papel de las ciudades en este crecimiento? ¿Y el del comercio? Pregunta clave: ¿cuál es el rasgo identitario del período en cuestión? ¿Antigüedad, feudalismo, un nuevo concepto tal vez?

Ante este hato de preguntas sólo cabe la reafirmación de los principios iniciales. Con los mismos datos, Bois, Toubert y Fossier, tres historiadores de última generación, se contradicen mutuamente. Estos tres autores comparten la trama de la explicación. Pero difieren en el modo en que se articulan y se jerarquizan estos tópicos y, a veces, parecen renunciar a hacerlo, limitándose a una mera enumeración.

Nos hallamos, al decir de Bonnassie, ante una multicausalidad pluritemporal. En esta multicausalidad se enumeran los factores mencionados hasta aquí, se los ordena siguiendo una cronología extensa y laxa, se utiliza una multiplicidad de fuentes tan sólo para culminar, en las conclusiones finales, insistiendo en una jerarquización de la jerarquía misma, como si la red interpretativa se hubiera transformado en un fluido viscoso y se necesitara reducir la multicausalidad a una o dos o tres causas definitivas, cruciales. En el final, quizás de modo *apriorístico* se termina reintroduciendo por la ventana lo que se había echado por la puerta.

Quizás, entonces, detrás de la fachada de la multicausalidad y el entramado amorfo interpretativo, se adivina una recaída solapada en el monocausalismo, sólo que afirmado en base a creencias previas no explicitadas ni sometidas a juicio crítico.

III. ¿Progreso? Una conclusión

Ha llegado la hora de discutir la noción de progreso en la historiografía. Los problemas de la definición de Raymond Martin, en cuanto a su mensurabilidad, se hacen evidentes, como he reseñado anteriormente. ¿Qué es lo que resulta relevante en relación a la idea de mejor y mayor conocimiento? ¿Cómo determinar el gradiente de 'iluminación' que cada interpretación nueva aporta? Las aportaciones de Bois y Bonnassie, aquellas prototípicas del tercer momento de la discusión historiográfica antes descrita, más complejas, articuladas, balanceadas, ¿son acaso evidencia de progreso interpretativo con respecto al campo disciplinario previo? ¿Hasta qué punto la concesión a ellas de una coherencia mayor no es una atribución arbitraria? ¿Lo complejo es mejor de por sí? ¿Complejidad y progreso están mutuamente implicados?

En el actual estado de las cosas, o bien las interpretaciones son rematadas con un regreso oculto al monocausalismo, o bien se evade todo tipo de jerarquización, todo tipo de vinculación entre las variables actuantes, de modo tal que la interpretación apenas sí lo es. Para citar un caso, hoy no tenemos economicistas, como no sean atenuados. La pregunta es si la clave es que ahora sean atenuados o, por el contrario, que sigan siendo economicistas. Eso no impide, siguiendo con el ejemplo, que enumeren factores políticos, sociales, demográficos, tecnológicos, etc., *ad nauseam*.

Tal vez la clave reside ahí, en los criterios de determinación de lo que pasa a constituir el patrimonio común, el sentido común, aquello que ya no se discute. Hoy un monocausalismo disfrazado de jerarquía y la combinación de una extensa red interpretativa parecen ser 'lo común'. Pero esto no parece sino una nueva manera de expresar los mismos viejos sentidos. Con esto no quiero decir que en la historiografía se dice una y otra vez lo mismo, sino que los contenidos pueden renovarse, cambiar, al interior de viejas polémicas, en torno de

las cuales se siguen estructurando los mismos viejos *a priori*. La aplicación obsesiva de gigantescos instrumentales metodológicos a ínfimas partículas del universo con vistas a producir enunciados de aplicación y validez sumamente efímeras, no parece sino una forma camuflada de abandonar todo intento de invención y renovación del aparato teórico propositivo.

En este otoño de escolásticos quizás podamos apreciar el valor de las pequeñas recompensas: la interpretación más acabada de lo micro, el ajuste en el detalle, la certeza introspectiva. El cambio es milimétrico, las pasiones también, todo se aquieta, se detiene, en un verdadero fin de la historia, un nadir académico que remeda, tristemente, la forma de una curva que se acerca a su asíntota, su imposible asíntota. Parafraseando viejos dichos, el movimiento lo es todo, no hay sentido ni dirección.

Es, a lo sumo, una petición de principio decir que sabemos más y mejor lo que ha sucedido en el pasado. Tal vez sepamos más de los métodos que utilizamos para conocerlo, tal vez tengamos acceso a algún que otro dato accesorio, alguna fuente complementaria. Pero en cuanto a interpretaciones, quizás por el contrario, antes 'sabíamos más', cuando a fuerza de ignorancias y tosquedades las cosas eran burdamente claras. Las interpretaciones eran monolíticamente coherentes, aunque tal vez no se llevaban demasiado bien con ciertas evidencias. Hoy, por el contrario, apenas si sabemos qué es lo que estamos pensando. Hemos ganado en pensamiento metodológico, pero desde el momento en que la interpretación de la evidencia se ha multiplicado en una fragmentación sin fin de estudios de caso, hemos perdido la capacidad de interpretar y dotar de sentido pleno y coherente el mundo que habitamos.

Antes bastaba, para explicar algo, con adherir a ciertos dogmas o principios implícitos. La elección era arbitraria y los supuestos estaban allí, dispuestos a ser utilizados cuando gustemos. Hoy se denuncia la arbitrariedad y a los supuestos. Pero en contra de eso, todas las perspectivas parecen rehabilitadas. En vez de adherir a un dogma ahora necesitamos sumarnos a una cierta 'escuela crítica' que, precisamente, los denuncie. ¿Es eso un avance? ¿Dónde está la iluminación en todo esto? No quiero sonar nostálgico, acaso ya ni importa. En mi opinión se trata de una deconstrucción tan necesaria como vana, desde el momento en que no parece tener fin, y su ánimo es la destrucción obsesiva, sin habilitar la perspectiva de una mínima recomposición que sirva para explicarnos algo en relación a lo pasado.

Para Raymond Martin hay progreso si podemos decir que estamos accediendo a cierto criterio de verdad con respecto al pasado, un conocimiento metodológicamente verdadero. La verdad se construye a partir de la contrastación, la búsqueda de una coherencia a partir de la complejidad, la cual dé, a la vez, sentido a la existencia, o al mundo. ¿Qué significa dar sentido, dar cuenta, de la vida, el mundo, la evidencia? Tal vez no haya respuestas definitivas al respecto.

En otras palabras, Martin comenzaba su trabajo analizando la diferencia existente entre la historiografía y las ciencias naturales en relación al progreso y el sentido de la divergencia interpretativa. Justamente para él la última podía ser considerada como un criterio para determinar la ocurrencia del primero. Sin embargo este criterio se ha demostrado como inexacto, en la controversia de la esclavitud, desde el momento en que la mayor complejidad de las interpretaciones no hace a éstas más coherentes, sino que muchas veces derivan en meras yuxtaposiciones que no contribuyen a dar sentido a los eventos. Para el caso,

seguimos sin hallar una interpretación que nos brinde una respuesta coherente acerca de por qué desapareció la esclavitud en el primer milenio de nuestra era.

Vuelvo al principio. Raymond Martin hablaba de historiadores que, desde sus comunidades intentan dar cuenta del pasado humano para articular una comprensión coherente del mundo. El análisis de esos historiadores, las relaciones con sus respectivas comunidades, en cada época, las concepciones del mundo de las cuales se hicieron eco y aquellas que ayudaron a forjar, todas estas me parecen búsquedas más estimulantes e insinuantes que la eterna discusión en torno del progreso, sus implicancias, sus condiciones de necesidad y suficiencia. Discusión que, de principio a fin, no puede escapar de los *a priori*, las cargas valorativas y los prejuicios, cuestiones todas inevitables en este tipo de discusiones pero que, precisamente por eso, parecen desmentir el pretendido carácter decisivo de las mismas.

Tal vez la conclusión a la que arriba no es tal, sino apenas el principio de un problema mucho más amplio, que es el *a priori*, el papel crucial que cumple en la representación del mundo —por ejemplo la representación del pasado humano— la idea que nos hacemos de lo recurrente, lo normal, lo común, cuestiones que habitan en lo profundo de nuestra concepción del mundo.

Nota

¹ Raymond Martin, *Progress in historical studies*, en *History and Theory*, V 37, N. 1, Febrero 1998.

Bibliografía

- Alfoldy, Geza, *Historia Social de Roma*, Alianza, Madrid, 1987.
Anderson, Perry, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, Siglo XXI, Madrid, 1987.
Anderson, Perry, *Los fines de la historia*, Tercer Mundo, Bogotá, 1992.
Bloch, Marc, *Apologie pour l'Histoire ou Métier d'historien*, Librairie Armand Colin, París, 1949.
Bloch, Marc y otros, *La transición de la antigüedad al feudalismo*, Akal, 1981.
Bois, Guy, *La revolución del año mil*, Crítica, Barcelona, 1991.
Bonnassie, Pierre, *Del esclavismo al feudalismo en Europa Occidental*, Crítica, Barcelona, 1985.
Dockès, Pierre, *La liberación medieval*, FCE, México, 1984.
Duby, Georges, *Guerreros y campesinos*, Siglo XXI, México, 1985.
Febvre, Lucien, *Combates por la historia*, Planeta, Madrid, 1993.
Fernández Ubiña, *La crisis del siglo III y el fin del mundo antiguo*, Akal, 1982.
Finley, Moses, *Esclavitud antigua e ideología moderna*, Crítica, 1982.
Fontana, Josep, *La historia después del fin de la historia*, Crítica, Barcelona, 1992.
Kovaliov, S.I., *Historia de Roma*, Editorial Futuro, Moscú, 1959.
Martin, Raymond, *Progress in Historical Studies*, en *History and Theory*, V. 37, N. 1, 2/98.
Momigliano, Arnaldo, *Ensayos de historiografía antigua y moderna*, FCE, México, 1993.
Pirenne, Henri, *Historia social y económica de la Edad Media*, FCE, México, 1986.

Sobre la lógica como la teoría de las deducciones estructurales

Javier Legris*

La idea de Kosta Dosen de analizar las constantes lógicas como “signos de puntuación” (Dosen 1994) se basa en considerar deducciones puramente formales –en las que todo es esquemático y no hay constantes de ningún tipo– como deducciones *estructurales* (en el sentido que la palabra tiene desde los sistemas de secuentes de Gentzen). Este análisis puede interpretarse como una forma de un *formalismo extremo*, según el cual las deducciones estructurales son estructuras simbólicas y las constantes lógicas son *abreviaturas* de propiedades de estas. No obstante, Dosen no explicita una idea preformal de inferencia lógica que sea la base de su análisis. Las notas que siguen se proponen vincular el análisis de Dosen con una concepción de las constantes lógicas y su función en la comunicación lingüística en la cual el concepto de *aseveración* o *afirmación* es central.

1

El carácter *formal* de la inferencia lógica es algo que difícilmente se ponga en duda. La inferencia lógica es independiente de contenidos, de temas, del ámbito de objetos que se tome en consideración. El carácter formal de la inferencia lógica fue reconocido por Aristóteles y está presente también en el desarrollo de la lógica en la Edad Media, donde se usaban ya letras esquemáticas y formas de expresiones lingüísticas. Finalmente, el concepto de *forma lógica* fue tematizado explícitamente en épocas más recientes en los albores de la lógica moderna.

El hecho de que sean formales significa que en las inferencias lógicas aparecen más bien, formas o esquemas, expresiones esquemáticas, variables, que pueden ser reemplazadas por otras del mismo tipo sin que varíe la corrección de aquellas. Esto resulta de su validez universal: En todo caso en que se den las premisas, se dará la conclusión. Fue esta idea de validez universal lo que llevó a Bernard Bolzano en su obra *Teoría de la ciencia* a hacer la distinción entre algo que es *variable* (*veränderlich*) en los enunciados, frente a otros elementos que permanecen *invariables* (*unveränderlich*). Bolzano decía que estos conceptos “que constituyen la parte invariable en estos enunciados, pertenecen todos a la lógica” (Bolzano 1837, par. 148). Aparece así la noción de *constante lógica* como algo esencial para esclarecer la naturaleza de la inferencia lógica. Son aquellas las que permiten hablar de leyes lógicas, de reglas lógicas, de consecuencia lógica y de inferencia lógica en general.

Ahora bien, Bolzano no indicó claramente los límites entre “lo variable” y “lo constante” que aparece en las formas lógicas. Bolzano decía que

“Esta diferencia tiene por cierto su carácter vacilante (*sein Schwankendes*), ya que el ámbito de los conceptos que pertenecen a la lógica, no está delimitado tan nítidamente, que no pueda darse nunca una disputa acerca de esto”. (Bolzano 1837, par. 148).

* Universidad de Buenos Aires. Conicet.

Un siglo más tarde, Tarski señalaba en su célebre trabajo sobre la consecuencia lógica.

“No conozco razones objetivas, que permitan establecer un límite nítido entre ambos grupos de términos.” (Tarski 1936, p. 10).

Es convencional considerar a los cuantificadores y conectivas como constantes lógicas. Sin embargo, incluso en este caso se presentan problemas. En general, determinar qué es una constante lógica requiere una elucidación. Existen diferentes enfoques para emprender esta elucidación. En lo que sigue se va a discutir uno de estos enfoques.

2

Veamos, de manera idealizada y esquemática, cual podría ser el *origen* de las constantes lógicas en el lenguaje y cómo es que hacen su aparición las reglas que gobiernan su uso. A la manera de un “experimento mental”, supóngase una comunidad que habla una lengua en un estadio muy elemental de su desarrollo (para simplificar se supondrá además que la lengua es muy semejante al lenguaje de primer orden). En este estadio de la lengua, los hablantes sólo pueden expresarse mediante oraciones atómicas (del tipo de las que tiene el lenguaje de primer orden, con constantes de individuo y predicados). Estas oraciones son usadas (tal como sucede también en castellano u otras lenguas) para hacer *afirmaciones* en el contexto de la comunicación lingüística. Es decir, los enunciados tienen fuerza aseverativa. Cuando los enunciados son afirmados de manera correcta y concluyente (esto es, se tiene evidencia o razones concluyentes para afirmarlos), suele decirse que son verdaderos.

El uso de este lenguaje tiene, además, un *modo inferencial*. Esto significa que los hablantes de esta comunidad poseen la capacidad de hacer razonamientos, es decir, afirman algunos enunciados sobre la base de la evidencia otorgada por otros enunciados, de modo que es posible establecer relaciones de inferencia entre los enunciados del lenguaje. Dicho de otro modo, una vez que se afirman oraciones, se ve que otras pueden afirmarse exclusivamente sobre la base de haber afirmado aquellas. Para dar una idea, un ejemplo en castellano sería “Esto es rojo. Luego, esto es de color.”

Un día, un hablante de esta comunidad cuyo lenguaje contiene solamente oraciones atómicas innova al producir un sonido “och”, al que intercala entre dos enunciados A y B de ese lenguaje, indicando una concatenación entre las dos oraciones anteriores, afirmando una *nueva* oración “A och B”. Los demás hablantes van adoptando esta expresión siendo conscientes de que con esa expresión se construye *una* oración a partir de otras. Ahora bien, ¿qué significa haber concatenado dos enunciados mediante “och” para producir un nuevo enunciado? En otras palabras, ¿cómo usan los miembros de la comunidad esta expresión para formar nuevos enunciados? ¿cuáles son las condiciones para hacer esos nuevos enunciados? Si los miembros de esa comunidad no tienen respuesta a estas preguntas, no podremos decir que ellos conozcan el significado de “och”.

Supongamos, entonces, que los hablantes dan las siguientes condiciones para afirmar “A och B”: Si se puede afirmar A de manera correcta (esto es, hay buenas razones o evidencia para afirmar A de manera concluyente) y se puede afirmar de manera correcta también B, entonces puede afirmarse A och B de manera correcta. De este modo, el significado de “och” empieza a quedar claro para los hablantes. Si se piensa bien, las condiciones para la afirmación correcta de “A och B” en esta lengua se corresponden con las que se dan en castellano para afirmar “A y B”. Esto es, el significado de “och” se corresponde con el de la conjunción.

Uno puede, además, preguntarse por las consecuencias que se siguen de haber otorgado este significado particular a "A och B". En otras palabras, uno puede preguntarse qué se sigue de la afirmación de "A och B", y la respuesta sería: Si se afirma de manera correcta "A och B", entonces puede afirmarse de manera correcta tanto A como B. Es importante destacar el carácter composicional de la expresión "och": Si un hablante comienza diciendo algo de la forma "A och", quienes lo escuchan estarán esperando un enunciado de la forma B. Uno puede preguntarse por ciertas propiedades de la expresión "och". Por ejemplo, si un hablante expresara A y a continuación B, mientras que otro hablante pronunciara, en cambio, primero B y luego A, ¿podrían los demás hablantes del lenguaje hacer la misma afirmación "A och B"? Y otro problema más: si alguien afirmara repetidamente A, ¿daría el mismo efecto, sería "equivalente" a afirmar A? Dejo estos interrogantes para más adelante.

Siguiendo esta descripción, cabe ahora hacer un salto e introducir la idea de que los hablantes de este lenguaje pueden hacer *afirmaciones hipotéticas*: afirmar una oración B sobre la base de *suponer* otra oración A. El modo inferencial permite pasar de A a B, pero A sólo se supone a manera de hipótesis. Aquí se puede hacer pensar en un diálogo entre dos hablantes: Si un hablante afirma hipotéticamente B sobre la base de A, es decir, infiere B a partir de la hipótesis A, y otro hablante afirma A, entonces el primer hablante tiene derecho a afirmar B. La situación que estoy describiendo es la que lleva a la aparición del condicional: "si A entonces B", que puede afirmarse a partir de afirmar B a partir de A.

Otro salto más puede hacerse al concebir la posibilidad que los hablantes de ese lenguaje puedan hacer afirmaciones arbitrarias acerca de objetos del universo, es decir, afirmaciones con *parámetros*. Esto sería cuando el hablante afirmara el predicado P de un objeto cualquiera, o sea, el hablante afirma Pc, donde c representa a un objeto cualquiera. En ese caso, c cumpliría la función de un parámetro. En esta circunstancia el hablante podría introducir en el lenguaje palabras como "todo" o "cualquiera". "Para todo x, Px" podría afirmarse a partir de haber afirmado Pc, donde c es un parámetro.

Consideraciones semejantes podrían hacerse respecto de las restantes constantes lógicas, como ser la negación, la disyunción y el cuantificador existencial. Pero basta por ahora con los ejemplos dados. Esta descripción genética es lo que Neil Tennant ha denominado "etiología del arraigo (*entrenchment*)" de las constantes lógicas (véase Tennant 1987, cap. 9) y sirve para explicar cómo las constantes lógicas adquieren significado. En este punto, cabe advertir algunos presupuestos semánticos. En primer lugar, se supone el carácter *composicional* del significado (el significado de una expresión es función del significado de sus componentes). En segundo lugar, se presupone que el significado de cada expresión es *independiente* del lenguaje tomado en su totalidad (de modo que se rechaza un enfoque holista acerca del significado). Por último, y en conexión con lo anterior, las constantes lógicas se caracterizan de manera *separada*, de modo que es posible aislar las inferencias que conciernen exclusivamente a cada una de ellas. Debe observarse, además, que las constantes lógicas se introducen en relación con la *afirmación* o aseveración de enunciados. La exposición podría haber adoptado un enfoque más dialógico, en el sentido de pensar en afirmaciones realizadas en un diálogo, pero a los fines propuestos aquí creo que esto no es indispensable.

La descripción anterior se basa en la existencia de un *modo inferencial* en los usos que las comunidades hacen del lenguaje y, además, en el carácter puramente formal de la inferencia lógica. Una *teoría formal*, una reconstrucción formal si se quiere, acerca de este uso inferencial puede comenzar representando relaciones de inferencia en general. Piénsese en A_1, \dots, A_m y B como enunciados del lenguaje en consideración. Entonces, se puede escribir

$A_1, \dots, A_m : B$

(véase Legris 1999). Para representar el hecho de que el enunciado B se sigue deductivamente de los enunciados A_1, \dots, A_m (en ese orden). A expresiones de este tipo se las llama, siguiendo una tradición que comienza con Gentzen, *secuentes*. Los enunciados a la izquierda del doble punto están *ordenados* en una secuencia y reciben conjuntamente el nombre de “antecedente”; el de la derecha recibe el nombre de “sucedente”. Debido a la existencia de un orden entre los enunciados que forman el antecedente, este puede considerarse una *estructura*. Asimismo, los dos puntos indican una relación entre el antecedente y el sucedente, de modo que un seciente puede considerarse una estructura más compleja. Puede pensarse en inferencias puramente formales, en las que todos los elementos son esquemáticos; sin constantes de ningún tipo. Estas son *inferencias estructurales*, representadas exclusivamente por secuentes.

Es sobre la base de estos secuentes y de inferencias estructurales que Dosen se proponía elucidar el significado de las constantes lógicas. Aquí debe tomarse elucidación en el sentido de Carnap, quien señalaba:

“La tarea de la elucidación [*explication*] consiste en transformar un concepto dado más o menos inexacto en uno exacto o, más bien, en reemplazar el primero por el segundo.” (Carnap 1950, p. 3).

Dosen sostenía que toda constante lógica podía analizarse en términos de rasgos estructurales de las inferencias. Los casos que se acaban de ver de la conjunción, el condicional y el cuantificador universal quedan expresados por medio de las siguientes reglas de equivalencia, donde S y T representan estructuras en el antecedente, en el sentido apuntado antes (Dosen 1994, pp. 278 y ss.):

$S : A \quad T : B$

$S, T : A \& B.$

$S A : B$

$S : A \rightarrow B.$

$S : A[c]$

$S : \forall x A[x]$

(La constante de individuo c no aparece en S).

Las constantes lógicas son signos de puntuación respecto de inferencias en el sentido de que *indican* (o *hacen referencia a*) inferencias previas, que son independientes de cada constante lógica en cuestión. Por ejemplo, en el caso de la conjunción la regla dice que una

inferencia de A y otra de B (sin importar en qué orden se haga), equivale a una inferencia de la conjunción A&B. Así, una inferencia de la conjunción A&B indica (*hace referencia a*) una inferencia tanto de A como de B previamente (en cualquier orden). La inferencia de un condicional $A \rightarrow B$ indica que hay una inferencia de B a partir de A. La inferencia de una cuantificación universal $\forall xA[x]$ a partir de S equivale a una inferencia de A[c] a partir de S, siendo c un parámetro que no aparece en S. Así es que c denota arbitrariamente a cualquier individuo del dominio, sin relativizar a un dominio determinado y A[c] ha sido inferido sin hacer referencia al dominio (vale para el universo entero, por así decirlo). Es fácil notar que estas reglas de equivalencia pueden considerarse como una reformulación de las reglas de introducción y eliminación de la deducción natural de Gentzen, pero el marco formal en que se presentan es diferente (e inmediatamente se verá la diferencia).

4

Estas reglas que caracterizan las constantes lógicas presuponen propiedades de lo que he llamado "modo inferencial", ligadas con el hecho de adoptar el concepto de aseveración o afirmación como concepto básico. Estas propiedades son las que expresan las *reglas estructurales* (término tomado también de Gentzen) en los sistemas construidos con secuentes. Pueden distinguirse dos tipos de reglas estructurales. En primer lugar, aquellas que se toman como definitorias de la consecuencia lógica, a saber

Reflexividad

$$\frac{}{A : A}$$

Dilución

$$\frac{S : C}{A, S : C}$$

Corte

$$\frac{S : C \quad C, T : A}{S, T : A}$$

Su justificación se encuentra en la misma idea de inferencia deductiva, en la que se *afirma* un enunciado sobre la base de afirmar otros. Obviamente, todo enunciado se infiere de sí mismo. Además, dada una inferencia deductiva, el agregado de nuevas afirmaciones no podría alterarla. Finalmente, las inferencias pueden encadenarse, de modo que son transitivas.

En segundo lugar, cabe considerarse las reglas que anteriormente he llamado "de manipulación" (véase Legris 1999), pues se limitan a manipular la información expresada por los enunciados, y son las siguientes:

Contracción

$$\frac{A, A, S : C}{A, S : C};$$

Permutación

$$\frac{S, A, B, T : C}{S, B, A, T : C}$$

Finalmente, a estas reglas debe añadirse la siguiente:

Sustitución de variables de individuo

$$\frac{S : C}{S : C [x/y]}$$

$S : C [x/y]$ indica el resultado de reemplazar todas las apariciones libres de la variable de individuo x por la variable y en los enunciados del seciente $S : C$.

Son estas reglas estructuralmente, puramente esquemáticas, las que determinan las propiedades de las constantes lógicas.

5

Para Dosen, la “esencia” de la lógica está en estas inferencias o deducciones estructurales (y esta es la novedad respecto del sistema de reglas de introducción y eliminación de constantes lógicas de la deducción natural). Si se recurre a la ilustración anterior sobre el arraigo de las constantes lógicas en el lenguaje, se puede interpretar esta tesis del modo siguiente. En el uso del lenguaje aparece en un momento el “modo inferencial” relativo a afirmaciones: hay enunciados que se afirman sobre la base de haber afirmado otros. Una vez adquirido un grado importante de abstracción respecto de los contenidos de los enunciados, ciertas inferencias resultan ser puramente formales, es decir son independientes de contenidos. Algunas de ellas tienen que ver con la *manipulación* de los enunciados, como, por ejemplo, cambiar el orden en que son afirmados. En este contexto es donde aparecen las constantes lógicas para indicar ciertos rasgos de los enunciados que aparecen en deducciones. Por ello “no dicen nada acerca del mundo”, son formas de *resumir* o *reorganizar* lo que expresan enunciados que, según el caso, son premisas o conclusiones de inferencias. A mi entender, esto es lo que hace especialmente atractivo a este enfoque.

De lo visto hasta ahora puede extraerse lo siguiente. Si se hace una teoría de las prácticas inferenciales presentes en un lenguaje, la inferencia deductiva queda caracterizada recurriendo a aspectos formales de ese lenguaje. Estos aspectos formales quedan capturados por las deducciones estructurales. Sobre la base de estas deducciones es que se entiende el significado de las constantes lógicas. Así, la teoría lógica pasa a ser una teoría sobre la manipulación simbólica considerada como una combinatoria (esta perspectiva no debería sorprender tanto, si se tiene presente el carácter puramente formal de la inferencia lógica). Se habrá podido notar que un clásico componente en la definición de inferencia deductiva no ha sido mencionado. Me refiero a la *conservación de la verdad*. Desde esta perspectiva,

esta propiedad resulta secundaria respecto de la definición, en el sentido de ser una propiedad derivada.

Uno se ve tentado a interpretar esta concepción de las constantes lógicas en términos de lo que llamaré un *formalismo extremo* acerca de la naturaleza de la lógica. En efecto, puede entenderse que las constantes lógicas son sólo índices de deducciones estructurales entendidas como *estructuras puramente simbólicas*, es decir, formadas por símbolos y determinadas por medio un cálculo formal. De este modo, las constantes lógicas funcionan como *resúmenes* o *abreviaturas* de ciertas estructuras simbólicas generadas en un cálculo formal. Dicho brevemente, el secuento $S : T, A \& B$ resume las deducciones estructurales dadas por los secuentes $S:T, A$ y $S: T, B$.

Esta interpretación, que no debe ser confundido con un sintactismo (en el sentido de Carnap), tiene antecedentes en el programa metamatemático de Hilbert. En la deducción metamatemática los símbolos lógicos representaban operaciones realizadas sobre signos, sin que haya referencia a otras entidades que no sean signos (véase, por ejemplo, Bernays 1930, pp. 334 y ss., donde Bernays señala que las reglas lógicas son reglas puramente combinatorias que se aplican a esos objetos que son las expresiones formales). Sin embargo, el formalismo del programa de Hilbert era tan sólo metodológico, sin pretender ofrecer una teoría que dé cuenta de las deducciones formales en general, ni dar una teoría general de las constantes lógicas.

En todo caso, creo que la exposición precedente muestra un vínculo estrecho entre este análisis de las constantes lógicas por medio de deducciones estructurales y algunas ideas semánticas preformales, que pueden ser expresadas en el *dictum* wittgensteiniano de que “el significado de una expresión es su uso” y que los enunciados se usan para hacer afirmaciones. Es así que es el concepto de afirmación el que se vuelve fundamental y que debe ser elucidado.

Referencias

- Bernays, Paul. 1930. “Die Philosophie der Mathematik und die Hilbertsche Beweistheorie”. *Blätter für Deutsche Philosophie* 4 (1930-1931), pp. 326-367.
- Bolzano, Bernard. 1837. *Wissenschaftslehre*. Sulzbach, Seidelschen Buchhandlung. Reimpresión parcial en *Bernard Bolzanos Grundlegung der Logik*, comp. por Friedrich Kambartel. Hamburg, Felix Meiner, 1978.
- Carnap, Rudolf. 1950. *Logical Foundations of Probability*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Dosen, Kosta. 1994. “Logical Constants as Punctuation Marks”. En *What is a Logical System?* comp. por Dov. M. Gabbay. Oxford, Oxford University Press, pp. 273-296.
- Legris, Javier. 1999. “Reglas estructurales y análisis de la consecuencia lógica”. En *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de trabajos de las IX Jornadas*. 5, comp. por Eduardo Sota y Luis Urtubey. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, 1999, pp. 234-241.
- Tarski, Alfred. 1936. “Über den Begriff der logischen Folgerung”. *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*. VII. Paris, Hermann & Cie., pp. 1-11.
- Tenannt, Neil. 1987. *Anti-realism and Logic*. Oxford, Clarendon Press.