

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XXII JORNADAS

VOLUMEN 18 (2012)

Luis Salvatico  
Maximiliano Bozzoli  
Luciana Pesenti  
Editores



ÁREA LÓGICO-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



## Henri Poincaré: precursor del realismo estructural

Carlos Andrés Russo\*

### 1. Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar algunas de las tesis de Henri Poincaré sobre las teorías científicas contenidas en *La ciencia y la hipótesis* (1902) así como en *El valor de la ciencia* (1904) a la luz del realismo estructural epistémico enunciado por John Worral en su fundacional artículo "Structural realism: The best of Both Worlds?" (1989). Esta variedad realista afirma que a lo largo de la historia de la ciencia existe una continuidad en la estructura matemática, pero no necesariamente en la ontología vinculada a las teorías científicas.

El argumento que sostiene al realismo científico estándar se denomina "del no milagro", establecido originalmente por Putnam (1975, p.73) y que establece que si las teorías no fueran verdaderas o aproximadamente verdaderas y los referentes de los términos teóricos no existiesen, entonces sería un milagro el éxito de las predicciones de la ciencia empírica. En su contraparte, el argumento antirrealista más conocido es de la "meta-inducción pesimista" postulado por Larry Laudan (1981, p.19). Este argumento se basa en la historia de la ciencia. Las teorías, incluso las exitosas, del pasado han sido reemplazadas por otras, que también a su turno fueron abandonadas. Por lo cual existen razones suficientes para creer, por inducción, que las mejores teorías actuales se van a revelar falsas. Lo que el realismo estructural epistémico intentará es conciliar simultáneamente lo mejor de ambos mundos, salvando tanto el argumento del no milagro como el de la inducción pesimista.

La necesidad de llevar adelante una asociación entre el limitado convencionalismo de Poincaré, circunscripto a la geometría y algunos principios fundamentales de la mecánica clásica, con una de las variantes no estándar del realismo científico que más interés ha suscitado en las últimas dos décadas constituye una respuesta a la célebre reconstrucción que Karl Popper (1980, p.76) brindó del matemático francés, en la cual su pensamiento queda delimitado como de raigambre instrumentalista. No nos ocuparemos de revisar la extensa genealogía de antirrealistas que Popper encuentra en su sistemático intento de combatir el instrumentalismo en el devenir científico contemporáneo, conspicuamente expresado según su parecer en la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica. En su lugar, mostraremos que Poincaré no puede ser tildado de instrumentalista, sino que su posición demanda una elucidación intermedia entre el realismo científico y el instrumentalismo. Ciertamente, es preciso reconocer desde el comienzo que la filiación de Poincaré con el realismo estructural epistémico constituye una justa presentación de sus tesis, pero que no exime al realismo estructural, en su versión epistémica y mucho más en su variedad óptica, de dar cuenta de su singular capitalización que hace de la mecánica cuántica en tanto que "el realista estructural simplemente asevera que la estructura del universo es (probablemente) alguna como la mecánico-cuántica" tal como lo sostiene Worral (1989, p.123). En este sentido la preservación de la estructura matemática más allá del cambio de ontología de las teorías científicas no es tan fácil de verificar en dominios físico-matemáticos muy complejos, como el que representa la equivalencia empírica y matemática de la mecánica cuántica en la versión algebraica de Dirac, en la matricial de Heisenberg-Born-Jordan y en la ondulatoria de Schrodinger, ya que en este paradigmático caso no podría trazarse una distinción estricta

---

\* UBA, andresrusso2005@gmail.com

entre su estructura matemática y su ontología asociada, tal como está siendo sistemáticamente estudiado por Madrid Casado (2010, p.201). No nos detendremos en el tratamiento de esta sensible dificultad que presentaría el realismo estructural en relación a las formulaciones más complejas de la mecánica cuántica, sino que con esta advertencia nos centraremos en la tesis de Poincaré y en lo que estas pueden clarificarnos respecto del sentido de una continuidad matemática a través del éxito y el fracaso de la ciencia. Clarificación que muchas veces es difícil encontrar en sus precursados más recientes.

## 2. Hipótesis naturales, indiferentes y auténticas

En *La ciencia y la hipótesis* Poincaré señala que “la gente se impresiona al ver cuán efímeras son las teorías científicas” (Poincaré, (1945) [1902], pág.153) Nos asombramos de que sistemáticamente se abandonen teorías exitosas y de ellos inferimos la *bancarrota de la ciencia*. Esto constituye una actitud cuando menos superficial y Poincaré lo advierte con lucidez. En este sentido reconoce lo que luego llamaríamos la meta-inducción pesimista, pero no le otorga un rol letal para todo realismo, ya que de las ruinas de las teorías científicas aun puede obtenerse algo. Las teorías tienen la función de prever los fenómenos; ahora, de esto no hay que deducir que Poincaré reduzca las teorías físicas a meras “recetas prácticas”. Para constatar ello veamos con algún detalle el andamiaje conceptual en el cual sostiene la *previsión* de los fenómenos. Recurramos, pues, a las consideraciones que Poincaré expone en el capítulo IX de *La ciencia y la hipótesis*. La experiencia será la fuente de toda certeza. Esto no excluye, en absoluto, la actividad teórica a la base de toda observación. Las observaciones requieren de generalizaciones que, en todos los casos, son hipótesis. Como supuesto adicional, pero no menos importante, se suma que toda generalización supone, de algún modo, “la creencia en la unidad y en la simplicidad de la naturaleza” (Poincaré, (1945) [1902], p.141).

Elucidemos en primer término la clasificación de las hipótesis y luego el rol de la simplicidad.

La clasificación de las hipótesis físicas que brinda es triple: naturales, indiferentes y auténticas. Las hipótesis naturales son aquellas de las que es imposible prescindir y las últimas que deben ser abandonadas, como pueden serlo el carácter despreciable de la influencia de los cuerpos lejanos o que los movimientos sencillos obedezcan a leyes lineales. Por otro lado, las hipótesis indiferentes son inverificables, pero no constituyen una amenaza de consideración para el conocimiento y pueden revestir utilidad desde el punto de vista matemático o de la capacidad de engendrar imágenes concretas en nuestro entendimiento. Constituyen ejemplos más que relevantes de este tipo de hipótesis las que establecen que la materia es continua y está formada por átomos. Aquí es pertinente reconocer la observación crítica que Mario Bunge le realiza a esta clasificación. Respecto de las hipótesis naturales señala que “la física de nuestro tiempo ha descubierto fenómenos no lineales, que violan el principio ‘natural’ de la linealidad de los pequeños movimientos” (Bunge, 1958, p.10). Ciertamente, la apelación a la naturalidad de una hipótesis no constituye el punto más estable de la epistemología poincareana, ya que su naturalidad variará con cada momento histórico y dependerá de lo que se acepte como fondo común de las teorías de la física matemática. La situación no parece mejorar en relación a las hipótesis indiferentes. Hoy tampoco estaríamos dispuestos a aceptar que la teoría atómica o que la luz se componga de ondas o corpúsculos revista una función meramente psicológica o de utilidad de cálculo. Bunge está en lo correcto

al señalar que lo que aparece en un momento como una hipótesis natural puede devenir en otro como indiferente. En todo caso, el punto más interesante de destacar lo constituye el tercer tipo de hipótesis. las verdaderas generalizaciones. En este tipo de hipótesis encontramos las que son susceptibles de ser verificadas mediante sus casos particulares. Aquí podríamos ubicar el siguiente enunciado: "todos los metales son buenos conductores de la electricidad". El lugar de la experiencia en la epistemología Poincareana no se agota en una mera apelación directa a aquella, sino que, en última instancia, viene dado por la interacción disciplinar de la física con la matemática, como veremos hacia el final. Es más, en aspectos sensibles puede afirmarse con certeza que en Poincaré hay una clase de falibilismo, puesto que, la disconfirmación de una hipótesis nos "ha prestado más servicios que una hipótesis verdadera" (Poincaré, (1945) [1902], p.145)

Hemos señalado que las observaciones demandan generalizaciones. Esto a su vez reclama un límite inferior en la experimentación que radica en las ideas preconcebidas y uno superior que hace lo propio con las analogías. En el primer caso, las ideas preconcebidas son fundantes. Por supuesto que aquí no se las debe entender como una colección de arbitrariedades, sino como las ideas anteriores a la experimentación. Incluso Poincaré utiliza para designar a estas ideas preconcebidas el término "cosmovisión". Dado el itinerario que luego transitaría la filosofía de la ciencia conviene aclarar que no hay atisbo alguno de irracionalismo en estas consideraciones, ya que junto con su inevitabilidad se señala el peligro que hay en ellas y se demanda, en consecuencia, como contrapeso de las mismas otras hipótesis de las que tengamos plena conciencia. Recapitulando, el manejo que Poincaré hace de la experiencia es cauteloso y nada ingenuo, ya que una previsión de fenómenos por más sólida que nos parezca no nos brindará jamás una seguridad *absoluta*, dado que la experiencia podría desmentirnos. Esta es la tensión esencial que encontramos en estas tesis: la experiencia para ser generalizada requiere de analogías, lo que permite tanto al *espíritu* anticiparse a la experiencia como ser puesto en jaque por esta. Las mejores analogías serán las que se establecen, por ejemplo, en la matemática para satisfacer un ideal de simetría en las ecuaciones. La balanza de razones en Poincaré es oscilante, sería imposible pensar de otro modo en una propuesta que escape tanto al realismo científico estándar como al instrumentalismo, por lo que por momentos parece poner más énfasis en un escorzo antirrealista, como cuando señala que "es necesario que cada experiencia nos permita el mayor número posible de previsiones y con el más alto grado de probabilidad que se pueda. El problema es, digamos así, aumentar el rendimiento de la máquina científica" (Poincaré, (1945) [1902], p.140), pero por otra parte no son pocas las vehementes menciones a la verdad que permanece a través del cambio teórico y que rehúsa cualquier reduccionismo práctico: "[las] ecuaciones expresan relaciones, y si las ecuaciones permanecen verdaderas, es que esas relaciones conservan su realidad" (Poincaré, (1945) [1902], p.154). En un momento el vocabulario teórico de la ciencia contenía el término *movimiento*, que luego fue reemplazado por el de *corriente eléctrica* así como el de *Fluido de Coulomb* fue sustituido por el de *electrones*. A su vez, el ocaso de estos términos puede sobrevenir en cualquier momento. Podemos interrogarnos con toda pertinencia, ¿cuando sabremos que un término o conjunto de términos teóricos debe ser reemplazado? La respuesta de Poincaré es directa: cuando haya dejarnos de ser útil, es decir, cuando haya dejado de revestir interés para prever fenómenos. Así en un número reducido de movimientos se propone una conciliación del realismo y el antirrealismo científico.

### 3. El rol de la simplicidad

Si esto no fuera aún lo suficientemente claro, podemos pasar a analizar una noción que es el vector metodológico en esta propuesta: *la simplicidad*. Hemos visto la relación entre las generalizaciones, las previsiones y las analogías. No es menos importante evaluar su vínculo con la simplicidad. Debe ser un supuesto básico, según Poincaré, el hecho (real o aparente) de que la naturaleza es simple. Así como hemos venido advirtiendo que la propuesta poincareana no peca de ingenuidad epistemológica, tampoco lo hace en este aspecto ya que no acepta inmediatamente, que la simplicidad involucre exactitud. No obstante, con deliberado pragmatismo, el autor de *La ciencia y la hipótesis* señala que “corrientemente toda ley es considerada simple hasta que se demuestre lo contrario” (Poincaré, (1945) [1902], p.142). Lo que no debe perderse de vista es que la simplicidad siempre tiene una causa. La simplicidad es rival del azar.<sup>11</sup>

Llegamos así al aparatado final de nuestra exposición donde esperamos que se revelen las sutiles conexiones que Poincaré ha intentado evidenciar respecto del lugar compartido en la ciencia por la experiencia y la reflexión mediante la apelación a analogías que circulan desde el dominio de la física al de la matemática y viceversa. Hemos señalado que la experiencia es la única fuente de certezas y novedades, pero también que la actividad teórica, es decir, la generalización mediante hipótesis es fundamental para disponer de una ciencia organizada y con capacidad para prever fenómenos. Este edificio epistémico no podría sostenerse sin una fructífera relación entre el análisis y la física, tal como desarrolla Poincaré esta interacción en *El valor de la ciencia*. Las matemáticas deben asociarse tanto a un fin estético, el que dicta cultivarlas por sí mismas, como a uno físico, que involucra relacionarlas con el estudio de la naturaleza, no debiendo sacrificarse uno en virtud del otro: “el matemático no debe ser para el físico un simple proveedor de fórmulas” (1946, p. 94) Y, definitivamente, no lo es. Veamos, pues, qué es lo que la matemática recibe de la física y lo que esta última toma de la primera. El físico no puede esperar del matemático la “revelación” de una verdad nueva, pero sí importantes contribuciones en esa línea, tal como es dotarla del único lenguaje que puede disponer para formular sus aserciones. Más importante aun es la forma en que las analogías ayudan a arribar a una ley, que surge efectivamente de la experiencia, pero cuya generalización sería imposible realizar directamente a partir de ella. Las analogías satisfacen el rol de intermediarias entre lo empírico y la legalidad científica respetando en el proceso la simplicidad, que de algún modo está garantizada por el ideal estético de la matemática que tanto encomió Poincaré. Una buena analogía nos orientará ante la infinidad de maneras que hay de generalizar la experiencia. Es nuevamente el “espíritu matemático” el que nos ha enseñado que hay cosas que pueden recibir distintos nombres en sus aspectos materiales al mismo tiempo que compartir una misma forma. La apelación al recurso estético abunda a lo largo de las páginas de la obra de Poincaré, lo cual hoy nos parece algo estéril y, acaso, también lo fue en su tiempo para los considerables desafíos que las ciencias formales y fácticas comenzaban a vislumbrar a principios del siglo XX. No en vano Poincaré se opuso al programa formalista de Hilbert y a la axiomatización, así como a cualquier intento de fundamentación de la matemática, ya que semejante empresa no considera el punto de vista del “hacer matemático” en tanto lo reduce a un simple juego lógico. Lo que no puede dejar de señalarse para Poincaré es la estrecha relación que hay entre el mundo y el continuo matemático expresado en las ecuaciones diferenciales que las teorías científicas conservan, mayormente como caso límite, a lo largo de la historia de la ciencia.

Esto es puesto por Poincaré en los siguientes términos: "El único objeto natural del pensamiento matemático es el número natural. Es el mundo exterior quien nos ha impuesto el continuo, que hemos sin duda inventado, pero que nos ha forzado a inventar" (Poincaré (1946) [1904], p. 100).

En consecuencia, si la experiencia ha llevado al matemático a crear el continuo, igualmente lo ha compelido a concentrar su esfuerzo en el desarrollo del análisis del mismo. Esto es lo que el matemático debe agradecer al físico. Por otra parte, los servicios de la física a la matemática se llevan a cabo mediante dos formas: planteando problemas y sugiriendo razonamientos. Para Poincaré es claro que hay muchos problemas que hubiesen sido ignorados por la matemática de no haber sido sugeridos por la física, como es el caso de los que involucraron la invención de las ecuaciones con derivadas parciales de segundo orden. Así los problemas físicos relativos al calor y la electricidad, sumamente significativos en tiempos de Poincaré y desde antes, nos muestran continuamente nuevos aspectos de las ecuaciones. La serie de Fourier, por caso, fue inventada para contribuir a elucidar la propagación del calor y le dio la oportunidad al analista de volver a pensar sobre las funciones continuas. También es notable el caso, que Poincaré recuerda, de "cómo Klein, en una cuestión relativa a las superficies de Riemann, ha hallado recursos en las propiedades de las corrientes eléctricas" (Poincaré (1946) [1904], p. 103). Son las ecuaciones diferenciales, en alguna de sus formulaciones más o menos complejas, las que permiten encontrar ecuaciones como la de Laplace en teorías físicas con dominios considerablemente lejanos uno de otros y, al mismo tiempo, en el planteo de la cuestión de los números imaginarios. Tal comunión para Poincaré responde a una íntima armonía, clave para limitar el alcance de la bancarrota de la ciencia.

#### 4. Conclusión

Si para comprometerse con el realismo científico hay que aceptar la existencia de entidades inobservables que subyacen a la mera capacidad predictiva de fenómenos por parte de una teoría física, eso existe de pleno derecho en Poincaré en la caracterización que hemos dado de la interacción esencial entre física y matemática. La propuesta de Henri Poincaré merecía ser reivindicada más allá del dictamen popperiano, pero para que su exposición no sea dogmáticamente iluminadora no puede dejar de señalarse que su solidez reside, en parte, en que tengan sentido expresiones como "Maxwell pensaba vectorialmente", cuya condición de posibilidad se debe a la exploración de la belleza matemática. Legítimamente uno puede preguntarse cuál es el límite que Poincaré establece a esta apelación estética. ¿Llega al punto de considerar que las ecuaciones que la física utiliza gracias a la matemática son realidades intangibles? De ninguna manera, deben cambiar y ahí radicará su utilidad. Es plausible afirmar que la matemática no le provea solamente a la física técnicas de integración de ecuaciones diferenciales, sino que también le permitan ver al físico sus problemas disciplinares más acuciantes desde un nuevo ángulo. Sin detrimento de ello, entendemos que ese recurso es insuficiente para señalar, como lo hace Poincaré, que dichas interacciones entre ramas afines del conocimiento nos permitirán develar "la armonía oculta de las cosas". No obstante, ese supuesto es fundamental para comprender esta singular posición al interior del realismo científico.

---

## Notas

i Continuando con la clave de lectura popperiana, podría argüirse que para Poincare el futuro también está objetivamente abierto. Esto no hace más que reafirmar el asombro que produce la reseña histórica de Popper que hace de Poincare un convencionalista sumamente emparentado con el instrumentalismo. Lejos de ser uno de sus rivales, como sí puede serlo de pleno derecho Heisenberg, es un claro precursor. Desde luego, la posición del físico-matemático francés también parece más audaz.

ii Es correcto, y Bunge lo señala críticamente, que Poincare creía, equívocamente, que los fenómenos macroscópicos eran relativamente complejos y los microscópicos relativamente simples.

## Bibliografía

BUNGE, M. Comentario crítico de algunas ideas de Poincaré sobre las hipótesis físicas, Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires, 1958

LAUDAN, L. A Confutation of Convergent Realism?. *Philosophy of Science*, 48: 19-48, 1981

MADRID CASADO, C. Sr. Realista estructural, tenemos un problema: la carga ontológica de las matemáticas". *Principia* 14(2): 201-209, 2010

POINCARÉ, H. La ciencia y la hipótesis. Buenos Aires, Espasa- Calpe, 1945 [1902]

El valor de la ciencia. Buenos Aires, Espasa- Calpe, 1946 [1904]

POPPER, K. La lógica de la investigación científica. Madrid, Tecnos, 1980 [1935]

PUTNAM, H. *Mathematics, Matter and Method*. Cambridge, Cambridge University Press, 1975

WORRAL, J. Structural realism: The best of both World?. *Dialectica*, 43, pp. 99-124, 1989