



Concepción estructural del conocimiento científico, metodología de los programas investigativos y criterios para formular políticas de investigación

por



César Julio Lorenzano

Director de la Maestría y Doctorado en Epistemología e Historia de la Ciencia en la Universidad Nacional de Tres de Febrero, por veinte años fue Profesor Titular de la Universidad de Buenos Aires, dictando el Seminario de Sociología del Arte de la Facultad de Ciencias Sociales, la cátedra de Introducción al Pensamiento Científico del Ciclo Básico Común, y la Cátedra de Metodología de la Investigación de la Facultad de Medicina. En esta última Facultad fue docente adscripto a la Cátedra de Radiología (1974-1976); docente autorizado en el Departamento de Humanidades Médicas (1988-2007), y docente a Cargo de la Cátedra de Metodología de la Investigación (1999-2007). En la UNAM fue Profesor-investigador concursado en Filosofía de la Ciencia (1977-1986) y en Historia de la Ciencia (mismo periodo). Se desempeñó como Profesor Titular de Postgrado en más de diez instituciones universitarias del país y del exterior y como Profesor Titular Invitado en ocho instituciones universitarias argentina y extranjeras. Es Director de la Carrera de Complemento Curricular en Filosofía, Universidad Nacional de Tres de Febrero desde 2003; Profesor Titular de Epistemología en la Maestría en Psicoanálisis de la Universidad Nacional de La Matanza, y Director de la Maestría en Psicoanálisis en la misma Universidad Nacional, así como Miembro de la Comisión de Ética del CONICET.

Contacto: clorenzano@gmail.com

Electroneurobiología 2010; **18** (1), pp. 3-254; URL

http://electroneubio.secyt.gov.ar/Lorenzano_Estructura_conocimiento_cientifico.pdf

Copyright ©January 2010 *Electroneurobiología*. This is an Open Access article: verbatim copying and redistribution of this article are permitted in all media for any purpose, provided this notice is preserved along with the article's full citation and URL (above). / Este texto es un artículo de acceso público; su copia exacta y redistribución por cualquier medio están permitidas bajo la condición de conservar esta noticia y la referencia completa a su publicación incluyendo la URL (ver arriba). / Diese Forschungsarbeit ist öffentlich zugänglich. Die treue Reproduktion und die Verbreitung durch Medien ist nur unter folgenden Bedingungen gestattet: Wiedergabe dieses Absatzes sowie Angabe der kompletten Referenz bei Veröffentlichung, inklusive der originalen Internetadresse (URL, siehe oben).

Submitted Dec. 12, 2009; accepted January 4, 2010



ABSTRACT: Aimed to serve as scholarly text, this long review procures to gain a sympathetic appreciation of the structure of scientific knowledge and methods of research, while suggesting a panorama in the rich field of philosophy of science. It also offers a depiction of the structure and techniques of practical science and the criteria to develop public research policies. A brief historical-technical exposé of the field has been included as well; along the whole story, biomedicine has been dealt with as one more factual science. For this third edition (1st, 1989; 2nd, 1996, 3rd, 2010), the first one made available through Internet, the whole text has been thoroughly reviewed, and minor changes introduced almost everywhere. An important number of illustrations has been added, as well as lengthy case examples to the text. To be used in conjunction with Internet, the literature –of course updated– has been supplemented with basic references (URLs) to texts available online; when these texts present several versions, or are located in search-engine-locatable yet probably nonpermanent repositories, a note pointing out that circumstance has been preferred. [Article in Spanish].

RESUMEN: El presente texto procura que el estudiante alcance una perceptiva apreciación de la estructura del conocimiento científico y sus métodos de investigación; a la vez propone un panorama del rico territorio de la filosofía de la ciencia. Ofrece asimismo una retrato de la estructura y técnicas de la ciencia tal como se la practica, y de los criterios para desarrollar políticas públicas de investigación. Presenta además una breve exposición histórico-técnica de la disciplina, a lo largo de cuyo desarrollo se trata a la biomedicina como una ciencia más. Para esta tercera edición (1^{ra}, 1989; 2^{da}, 1996, 3^{ra}, 2010), la primera que se torna disponible por Internet, el texto entero ha sido esmeradamente revisado, introduciéndose modificaciones menores casi por todas partes. Se añadió un importante número de ilustraciones, así como extensos ejemplos o estudios de caso. Para usarse en conjunción con Internet, la bibliografía –por supuesto actualizada– ha sido suplementada con los direccionamientos ("URLs") a textos asequibles en línea. Cuando a tales textos se los encuentra en versiones varias, o en repositorios que probablemente no resulten permanentes pero puedan ser oportunamente localizados por los buscadores, se ha preferido colocar una nota que así lo indique. [Artículo en castellano].



Índice

Prólogo

Introducción, 9

Capítulo 1: La inducción y la ciencia, 22

Capítulo 2: El método hipotético-deductivo, 34

Capítulo 3: Versión liberalizada del método hipotético-deductivo, 58

Capítulo 4: Métodos y paradigmas, 84

Capítulo 5: La metodología de los programas de investigación, 132

Capítulo 6: La concepción estructural de las teorías, 144

Capítulo 7: Criterios para formular políticas de investigación, 170

Capítulo 8: Análisis metodológico de una ciencia empírica: la medicina, 184

Capítulo 9: Métodos, teorías y paradigmas en la medicina griega, 198

Capítulo 10: La estructura teórica de la medicina y las ciencias sociales, 227



Prólogo

1. Breve historia de la obra. Estos escritos reconocen por origen muy numerosos cursos acerca de la filosofía de la ciencia dictados en instituciones de todo tipo, científicas y filosóficas, en los niveles de licenciatura, posgrado o de actualización de profesores o investigadores.

El enorme interés que manifestaban los asistentes hacia la así llamada metodología científica expresaba, principalmente, dos tipos de inquietudes.

Por las primeras –donde la investigación era joven y sin una tradición que indicara las pautas por seguir en el difícil, arduo camino de incrementar el conocimiento de la naturaleza o la sociedad– se esperaba que las conferencias sobre el método disiparan las dudas sobre *qué* y *cómo* investigar.

Atraídos por el nombre de *metodología* los asistentes esperaban justamente eso: una receta, una sucesión de reglas que los condujese infaliblemente hacia la Ciencia. Aprendían entonces que *metodología* es otro nombre para la *filosofía de la ciencia* — y que, como toda filosofía, no conduce tanto a certezas que orienten la actividad científica, como a respuestas

tentativas a preguntas que cuestionan todo conocimiento, desde sus comienzos.

Cómo se relacionan las teorías con la realidad; cuál es la articulación que las vincula; qué significa la Verdad en ciencia — son campos problemáticos cuya respuesta no es unívoca, y ha variado a lo largo de los tiempos. Desde el mismo comienzo, al separar el contexto de descubrimiento — aquellas circunstancias por medio de las cuales se llegan a formular las hipótesis científicas, leyes y teorías— del de justificación —la manera de contrastar éstas con la realidad— y declarar que el primero carece de reglas, que no hay ninguna forma preestablecida de llegar a descubrir nada, las expectativas de quienes escuchaban comenzaban a cambiar. La filosofía de la ciencia —*metodología*— era incompetente para crear ciencia si la ausencia, de tradiciones científicas sólidamente implantadas por una práctica persistente, nada decía sobre las preguntas fértiles que pudieran hacerse a la naturaleza, o sobre las respuestas pertinentes a las mismas. A lo sumo podía señalar si dichas respuestas eran efectivamente científicas — lo que no garantizaba que fueran realmente interesantes; o, dicho al contrario, que no pertenecieran a lo más soso de la ciencia. Al avanzar el curso siguiendo la historia de la filosofía de la ciencia, incluso esta última certeza se disolvía.

Las segundas expectativas correspondían a investigadores avezados o al menos en vías de doctorarse. Del curso esperaban que arrojará luz a su propia actividad, en un proceso de autorreflexión indicativo de la madurez alcanzada.

Provenientes del campo de las ciencias biológicas, como lo eran la mayoría de mis alumnos —debido quizás a que mi primera profesión es la medicina— la información recibida tocaba sus propios intereses, ya que hablaba de la ciencia y sus características; pero sólo rozaba por encima lo específico de sus propias investigaciones, a las que apenas podía aportar algunas indicaciones, puesto que los filósofos de la ciencia acostumbran dejar fuera de la ciencia a la medicina. Recordemos a Mario Bunge, para quien la medicina no es más que una simple tecnología de la biología, o a Thomas Kuhn, ubicándola como una artesanía comparable a la metalurgia. Tecnología o artesanía, su estudio se encontraba en mora para una noción de la ciencia que, al *calificarla* de este modo, la *descalificaba*.

Hoy sabemos que, respecto a la ciencia, son posibles al menos dos tipos de análisis. Uno, que llamaremos filosofía *general* de la ciencia, coincide aproximadamente con su concepción clásica: aquella que enseñaba en mis cursos, que partía del hipotético-deductivismo llegando hasta su cuestionamiento por análisis históricos y formales más rigurosos, como los que aporta la historia de los paradigmas de Thomas Kuhn y la concepción estructural de las teorías. Otro, filosofía *especial* de las ciencias, analiza las

especificidades de cada ciencia: una filosofía de la física, una de la biología, una de la química...

Estaba entonces en condiciones de detectar, merced a esta elemental división de campos, algunas de esas dificultades que surgían con regularidad a medida que desarrollaba mis exposiciones.

Los alumnos más jóvenes o más inexpertos tropezaban con el hecho de que la filosofía de la ciencia ha sido comúnmente explicitada recurriendo a ejemplos de ciencias *duras*: astronomía, física, química — no siempre accesibles en su lenguaje, salvo para aquellos que las practican. Filósofos, estudiosos de las ciencias humanísticas, o simplemente no especialistas, encontraban aquí un obstáculo notorio.

Si, en cambio, los ejemplos provenían de las prácticas investigativas médicas, encontraban fácilmente un lenguaje común que facilitaba la comprensión de los análisis conceptuales.

En este punto, la filosofía *general* de la ciencia tendía a convertirse en una filosofía *especial* de la medicina. O en su base — la base, a partir de la cual desarrollarla específicamente, para comenzar a dar respuesta a los interrogantes que interesaban con propiedad a médicos e investigadores biomédicos. Entroncaban así una y otra, puesto que la comprensión de cuáles pudieran ser los problemas relevantes, y las soluciones admisibles para los mismos, sólo podían surgir de percibir la peculiaridad de las teorías médicas y *de su forma lógica*, establecidas con las herramientas conceptuales forjadas en una filosofía general, adaptadas a su nuevo terreno de aplicación.

Era, pues, cuestión de exponer una *filosofía general de la ciencia* — y al mismo tiempo sentar las bases de una *filosofía especial de las ciencias médicas*. Esta sólo podrá proseguir su curso más fecundo si filósofos y científicos concurren plasmando grupos de investigación, estableciendo entre sí ese vínculo mutuamente enriquecedor por el cual la ciencia, al guiar estas indagaciones de la filosofía, gana *transparencia* en la percepción profunda de su propia actividad real.

Se intenta superar, de esta manera, la simple enseñanza de una metodología rígida, o reducida al cálculo estadístico. Y al hacerlo se intenta incidir sobre la investigación real, tanto en sus etapas iniciales como en las avanzadas, para lograr la mejor comprensión posible de la actividad científica en el momento histórico dado.

Propongo para ello una filosofía que no se agote en los aspectos teóricos de la ciencia — y que explore su historicidad, sus raíces sociales, sus aplicaciones, sus tecnologías.

Que sea un estímulo, más que un freno a la investigación como, deplorablemente, podría surgir de la aplicación compulsiva de metodologías perimidas o dogmáticas. Que muestre caminos, mas no se imponga. Si un conocimiento tan acabado como el que exponían las teorías de Galeno, indiscutidas por más de mil años, o las de Newton, vigentes dos siglos, fue finalmente inadecuado, podemos razonablemente suponer que *nuestro actual conocimiento filosófico-metodológico será asimismo superado en plazos mucho menores* que los antes citados. Por lo tanto, más que sentar leyes de cumplimiento estricto, intentaremos mostrar nuestro mejor saber *actual*. Y que, mientras lo sea, contribuya a la reflexión y a las decisiones en el interior de la actividad científica: en el mismo plano en que se sitúan las propias teorías, tan evanescentes, tan superables como nuestro análisis de ellas.

2. Contenidos del presente trabajo. Los distintos capítulos fueron pensados en su mayoría como parte de una unidad más grande –esta, que aquí presentamos– pero escritos de manera que pudieran ser publicados separadamente; conservan algunas características de su primera escritura.

En la *Introducción* se historia, brevemente, la problemática epistemológica.

La inducción y la ciencia es una exposición crítica de lo que se supuso era el método por antonomasia de la ciencia –la inducción– que conduce a dificultades insalvables.

El método hipotético-deductivo, diseñado para superarlas, tiene una primera versión, que llamaremos *dogmática*: la misma que se enseña como método estándar de la ciencia en nuestros días. Conduce, asimismo, a inconvenientes notorios. De aplicarse rigurosamente, toda investigación se bloquearía, *toda teoría debería rechazarse por inadecuada a sus cánones*.

La *Versión liberalizada del método hipotético-deductivo* se ajusta con mayor precisión a la labor científica. Según sus críticos, aunque es de utilidad para entender la contrastación de hipótesis aisladas, *no puede dar cuenta de la estructura y evolución* de las teorías científicas.

En *Métodos y paradigmas* se expone la concepción de la ciencia de Thomas Kuhn, en una interpretación que elimina algunas oscuridades de la versión original. La noción de *paradigma* es contemplada *desde la concepción estructural de la ciencia*, visión que ha sido aceptada explícitamente por el propio Kuhn. Concilia la filosofía de la ciencia con su historia.

En *La metodología de los programas de investigación* se narra cómo un colaborador cercano de Karl Popper, Imre Lakatos, opone su concep-

ción de la ciencia a la de Kuhn, aunque sin lograr diferenciarse de él de una manera nítida.

La concepción estructural de las teorías es uno de los programas más fértiles de la filosofía de la ciencia actual. Ha conseguido *dar cuenta de la forma lógica de las teorías científicas, al tiempo que explicitar la racionalidad de su evolución histórica* como paradigmas. A manera de ejemplo, se formaliza estructuralmente la teoría infecciosa de las enfermedades, suponiéndose que muchas otras teorías médicas tendrán una forma similar.

Al alcanzar ese punto del presente trabajo se habrán expuesto las diversas visiones de lo que es la ciencia –sus filosofías o metodologías– intentando mostrar sus logros y sus limitaciones, a la manera de un desarrollo en el que los inconvenientes de una es superada por la que la sucede, para culminar en la concepción estructural.

A continuación, los *Criterios para formular políticas de investigación* toman en cuenta la estructura teórica de la ciencia — puesto que no puede planificarse forzándola, a contrapelo de sus posibilidades.

El *Análisis metodológico de una ciencia empírica: la medicina* acomete la tarea de investigar aspectos de la medicina en su totalidad, más que de teorías aisladas.

En *Métodos, teorías y paradigmas en la medicina griega* se ponen a prueba, con las distintas metodologías, las medicinas de Hipócrates y de Galeno, para establecer la científicidad de esta disciplina incluso en sus comienzos.

Finalmente, en *La estructura teórica de la medicina y las ciencias sociales* se analizan las teorías específicas, centrales de la ciencia médica, a la luz de la concepción estructural. Se sopesa la manera en que en ella se integran las visiones biológica y social de la medicina. Es *un punto de partida* para justificar la introducción de disciplinas sociales en diseños curriculares actualizados de la carrera de medicina.



Introducción

1. Esbozo de una historia para la filosofía de la ciencia

Puede ser un lugar común apuntar que la filosofía toda es, fundamentalmente, una *reflexión acerca de la ciencia y de la sociedad*. Habría qui-

zás que matizar el punto y *añadir al menos el arte, y ese meditar acerca de los comportamientos humanos que es la ética.*

Recordemos brevemente el lugar que han ocupado la actividad científica y sus productos en las preocupaciones de los más notorios filósofos, desde la más temprana antigüedad.

Los presocráticos quitaron los dioses de la naturaleza, la desmitificaron, abriendo la posibilidad de explorar las causas naturales de los fenómenos.

Platón, vivamente impresionado por el desarrollo de las matemáticas, moldeó en ellas su teoría del conocimiento, basado en esencias o *Ideas* eternas a cuya visión privilegiada podía accederse. En este *acceso* consistiría el saber, noción expuesta con tanto éxito que incluso en nuestros días notables matemáticos son platonistas: Whitehead y Gödel, por ejemplo. La sensación del matemático de llegar a algo que ya está allí, a algo que se *descubre*, y no que se *construye o inventa*, encuentra plena satisfacción en las *intuiciones* platónicas.



Albert North Whitehead (1861-1947)



Kurt Gödel (1906-1978), al centro junto a Albert Einstein; próxima página: con su esposa Adele, en 1938



Aristóteles, investigador original y fundacional de la biología, profundo pensador de la física, la astronomía y las matemáticas de su época, dedicado no tanto a las ciencias formales (como su maestro Platón) cuanto a las ciencias empíricas –las ciencias de los hechos– plasmó el primer esbozo de método científico. Sus postulaciones acerca del conocimiento y la naturaleza fueron retomadas en el despertar de la ciencia que significó la Edad Media tardía. A su vez, la revolución renacentista en ciencia –de la que la actual es una continuación– se afirmó en un neo-platonismo.



Francis Bacon (1561–1626)

Luego de las revoluciones científicas posrenacentistas, Francis Bacon reflexionó acerca de las nuevas ciencias de los hechos — ciencias no conocidas en la Grecia antigua. Retomó a Occam, entre otros, para establecer firmemente el empirismo inglés. Este en nuestros días se continúa, a través de Hume, con B. Russell y otros.

Descartes fue científico y filósofo.

Kant escribió su *Crítica de la razón pura* pensando cómo es posible la física newtoniana y las matemáticas que la sustentan.

Hegel meditó la historia –con sus cambios, revoluciones y permanencias– en su obra, tan oscura en ocasiones como influyente sobre otros pensadores.

Asimismo los científicos habían pensado los fundamentos de su propio quehacer. Newton ha legado máximas metodológicas, al igual que Galileo, Laplace o Mach.

Sin embargo, esta reflexión acerca de la ciencia presenta una característica: *fue el fruto de pensadores aislados*, pensadores que no interactúan unos con otros.

En los años veinte del siglo veinte, en Viena, se produjo un hecho crucial para la filosofía de la ciencia. Moritz Schlick inauguró en su seminario, origen del llamado *Círculo de Viena*, lo que luego se visualizaría como el inicio de la *profesionalización* de esta rama de la filosofía. Por primera vez se reunieron científicos y filósofos de primera línea a discutir acerca de la ciencia, de manera que los trabajos de unos comentaban los problemas y reflexiones planteados por los otros. Carnap, Schlick, Neurath, Feigl, Gödel ... continuaron los trabajos de Frege, Russell y Wittgenstein, sus predecesores y contemporáneos en la labor emprendida, y encontraron eco en la escuela polaca –Tarski entre ellos– y, en Berlín, en Reichenbach y colaboradores. Su preocupación fundamental consistió en utilizar la lógica como herramienta precisa, para entender la ciencia y el conocimiento en general.



Alfred Tarski (1902–1983) y Hans Reichenbach (1891-1953)

Esta escuela es conocida bajo el apelativo genérico de *empirismo lógico*. El nazismo, que los persiguió por su ideología liberal o socializante, dio punto final a su actividad en Europa continental — con el asesinato de Schlick por un estudiante fanatizado por la prédica fascista. La emigración, el exilio de sus miembros a países anglosajones, hizo que sus ideas se expandieran. A partir de este punto, el *empirismo lógico* o *neopositivismo* se transformó en *la corriente hegemónica en filosofía de la ciencia* y su actividad adquirió cada vez más similitud con la empresa científica que estudia.

Libros básicos, artículos que continúan polémicas aclarando puntos problemáticos, congresos internacionales, completaron la transformación de una filosofía –que en sus orígenes había sido individual– en el producto de

una comunidad filosófica. Esta avanzó rápidamente en sus logros ya que cada miembro no partía desde el comienzo: no tenía ya necesidad de construir su campo desde cero, sino desde bases comunes y aceptadas.

Cuestiones tales como cuál es la estructura lógica de las teorías científicas, cómo se relacionan con la realidad, en qué consiste la explicación en ciencia, cuáles son las particularidades de la teoría de la relatividad, la psicología, la sociología, las matemáticas, la estadística, la física en general... fueron y son largamente debatidas, y encuentran respuestas siempre perfectibles.

Desde el mismo comienzo, el neopositivismo o empirismo lógico presentaba dificultades derivadas

- en parte, del *criterio empirista del significado* – “sólo poseen significado aquellas proposiciones que son verificables”– demasiado estrecho para la ciencia real; tanto, que dejaba fuera de las expresiones con significado, y por lo tanto de la ciencia, a las mismísimas leyes científicas (como veremos en el curso de estas notas, las leyes no son verificables);
- en parte, de la *imposibilidad de formalizar una teoría científica interesante* en la lógica sistematizada en los *Principia Mathematica* de Russell y Whitehead y continuada por los más sobresalientes lógicos del Círculo de Viena;
- y presentaba, finalmente, dificultades derivadas de *dejar fuera de lo investigable a la historia y a la sociedad*.

Un autor, contemporáneo del Círculo de Viena mas no empirista, Karl Popper, escribe en 1934 *La lógica de la investigación científica*, cuestionando y superando al neopositivismo con su *visión hipotético-deductivista* de la ciencia. El exilio en Nueva Zelandia lo alejaría de los centros universitarios más importantes hasta la posguerra: recién en 1957 su libro fue traducido al inglés.

Para ese entonces su visión de la ciencia había ganado adeptos, y lo expresado en 1934 devino casi lugar común. Nagel, que a fines de los cincuenta escribió una monumental obra en que compendia los logros de la filosofía de la ciencia, adopta para el análisis lógico al neopositivismo — pero la relación de las teorías con la realidad que expone ya es más hipotético-deductivista que empirista. Lo mismo hace Hempel.

Otros autores como Feyerabend, Hanson, Toulmin, Koyré y Bachelard, desde adentro y desde afuera del neopositivismo, *cuestionan parcial o totalmente la percepción de la ciencia derivada del Círculo de Viena*. Por entonces la actividad de este ya comenzaba a denotar signos de agotamiento, con repetición de temas y discusiones de sabor escolástico.

Era el momento de una inflexión total en el camino de la filosofía de la ciencia. Aparece oportunamente, en 1962, la obra que iba a dar por concluida más de cuarenta años de labor hegemónica: *La estructura de las revoluciones científicas*, de Thomas Kuhn.

Obra de un historiador de la ciencia, demuestra que *el desarrollo real de las teorías se aleja notoriamente tanto del neopositivismo como del hipotético-deductivismo*. Demuestra que las teorías son artefactos mucho más complejos que los pensados en los análisis lógicos realizados hasta ese momento: que las teorías son artefactos que evolucionan en el tiempo, al ser producidas, modificadas, y totalmente cambiadas por una comunidad científica — *agente histórico de la ciencia*.

En 1971 Joseph Sneed, abandonando la lógica de predicados y mediante la *teoría intuitiva de conjuntos*, presentó precisos análisis formales de teorías complejas, haciendo notar que esta forma lógica explicaba *la constitución y asimismo la evolución histórica* de lo que Kuhn había llamado primeramente "paradigmas".

Coincidían así la historia de la ciencia y el análisis formalizante.

Con estas armas, la labor de la filosofía de la ciencia se reinició — en otro plano distinto al ya superado. Con ellas efectuaremos el examen de las teorías médicas, y sus peculiaridades investigativas, dando por culminada esta serie de estudios. Pero antes precisaremos esas categorías, que aquí expusimos sucintamente desde el punto de vista histórico: expondremos en qué consistió y en qué se diferencia de ellas la moderna filosofía de la ciencia.

2. La concepción tradicional de la filosofía de la ciencia

2.1. La aproximación clásica a la metodología. Intentaremos reproducir las argumentaciones que subyacen a las propuestas de incorporar la *metodología* —insisto, una vez más, que se trata de la *filosofía de la ciencia*— a los programas de educación de estudiantes de ciencias, o de posgrados especializados, con la idea de que esto conduce a una *ciencia* mejor.

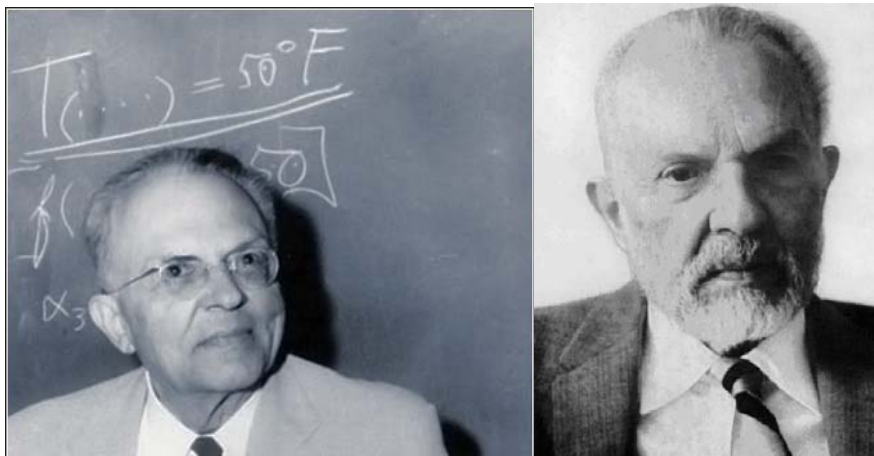
Se trata de transformar los *productos de una actividad cultural*, la filosofía, en *instrumentos utilitarios* de la labor científica. La idea es interesante, y como veremos, aunque equivocada en su implementación, contiene gérmenes que es necesario desarrollar.

La primera diferenciación que es necesario exponer se verifica entre dos posiciones antagónicas: la que sostiene la necesidad de una *metodología* —filosofía— *de la ciencia*; y la que niega toda posibilidad de que ésta siquiera exista.

El razonamiento que conduce a la última posición manifiesta que es *sólo* en el interior de *cada* ciencia donde se dan las normas de científicidad, y por ende, un método. *Afirma pues que no existe tal cosa como el método general*, sino múltiples métodos. Tantos métodos como ciencias haya.

Al contrario, el neopositivismo pensaba que es posible encontrar *un lenguaje común* en el cual expresar toda la ciencia, y que la articulación de este lenguaje –la forma que adopta para la ciencia– marca el esquema general del procedimiento científico: *el método*. Su intento teórico se denominó el proyecto de la *ciencia unificada*.

Dicho lenguaje sería la *lógica matemática* –que valdría incluso para las teorías matematizadas, por cuanto también se buscaba reducir las matemáticas a la lógica, en lo que se llamó el intento "logicista"– estructurando un *léxico* de objetos macroscópicos.



Rudolf Carnap (1891-1970)

Carnap inició este programa de investigación bajo la fuerte impresión que provocaron en su juventud los *esperantistas*. Estos militantes de la transformación proponían un lenguaje común para toda la humanidad –el esperanto, la *lingwe uniwersala* inventada hacia 1878 por Ludwik Łazarz Zamenhof (1859-1917)– con el que esperaban terminar las separaciones artificiales entre los hombres y conducir a una mejor comprensión recíproca, en el seno de un vasto movimiento socialista e igualitarista.

Obviamente, la anatomía es distinta a la física cuántica o la química orgánica y se practica de manera distinta. Esto apoyaría a quienes suponían la imposibilidad de *un solo* método científico y la existencia de *métodos* científicos. No obstante, los sostenedores del *Método* (así, con mayúsculas) distinguían con justa razón entre *método* y *técnicas*. Sostenían de este modo que todos los científicos tienen patrones de pensamiento *comunes*, factibles de analizar y sistematizar, deviniendo así *método*. Recién en el plano de las realizaciones específicas aparecerían las diferencias expuestas por los adversarios a la noción de *un método*, diferencias que sólo lo serían en cuanto a *técnicas*. La disección sería una técnica y no el método de la

anatomía; el análisis espectroscópico sería una técnica de la química, no su método.

Encontrar y estandarizar estos patrones de pensamiento entre las teorías científicas, con sus problemas expuestos en el lenguaje claro, inequívoco, sin confusiones de la lógica matemática, fue una empresa filosófica de largo aliento: la de la *concepción clásica*. Condujo a hallazgos que permanecen como punto de referencia obligado.

Una vez conseguidos, esos hallazgos estaban destinados a ser *lo que marcaba la diferencia entre ciencia y no-ciencia* — garantizando que el producto de la actividad de los científicos fuera, efectivamente, *científico*.

Esto, se pensaba, era la *metodología*. Y eso era lo que buscaban tanto los implementadores de cursos como sus alumnos.

Pero la marcha de la filosofía de la ciencia iba a mostrar que eso, lo que se exponía como seguridad, sólo era un eslabón –incompleto y parcialmente falso– hacia otras metas.

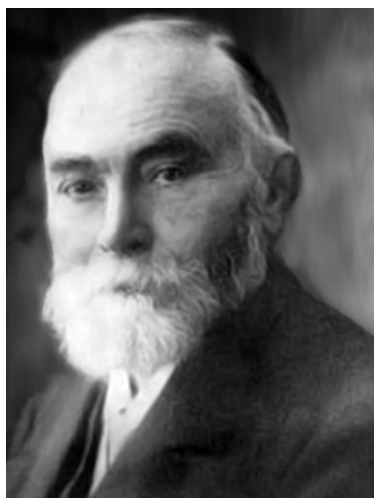
Con respecto al lenguaje de la ciencia, el primer sueño frustrado fue el de *reducir las matemáticas a la lógica*. Hacia los años treinta, luego de algunos éxitos iniciales, ese intento se encontraba en un callejón sin salida — debido, entre otros factores, a las conclusiones a las que se llegaba con el teorema de Gödel. No es esta la oportunidad de exponer en detalle el fracaso del *programa logicista en matemáticas*. Digamos tan solo que resultó patente que la lógica matemática no era, contra las expectativas despertadas, el cálculo fundamental de las matemáticas, sino un cálculo más: uno entre todos.

Con respecto a las ciencias de la naturaleza, la lógica matemática sirvió admirablemente para ilustrar problemas que tenían que ver con esas *formas generales* de pensamiento: por ejemplo, cómo se construye la confirmación o refutación de leyes –lo que veremos luego con detalle– o las características de la explicación científica. *Pero no fue posible utilizar la lógica matemática en lo que se pensó que era su ámbito*, el de *formalizar teorías reales* para luego derivar *conclusiones sobre la ciencia*. No era, al menos, el lenguaje único de la ciencia.

De ahí que, aunque se pudiera hablar con propiedad de *método*, las exposiciones dejaban en los científicos la sensación de lo todavía incompleto y de que no describían con total justeza sus procedimientos.

Hacia los años cuarenta el intento logicista fue reiniciado en matemáticas, desde otras bases, por "Nicolás Bourbaki". Bajo este nombre colectivo, un grupo de los mejores matemáticos franceses publicaban una nueva búsqueda del *lenguaje básico* de las matemáticas. Lo encontraron en la teoría informal de conjuntos. Los sucesivos artículos y libros mostraron la

potencia de este lenguaje y la fecundidad del experimento. Paulatinamente, todas las ramas de las matemáticas terminaron siendo expresadas en ese lenguaje. Pero no sólo los cultores de las distintas porciones *de las matemáticas* tenían allí un lenguaje común, de forma que pudieran comprenderse rápidamente los logros y avances en cada una sin ser especialista en el tema: este lenguaje simple, pero preciso y potente, revolucionó también, y ante todo, *la enseñanza*. Habían nacido, y para quedarse pese a las protestas de los pedagogos anteriores, las *matemáticas modernas*. La teoría de conjuntos fue empleada por "Nicolás Bourbaki" para fundamentar y reescribir las matemáticas: como base de una enorme revolución técnica y teórica en esta ciencia, que ante todo se extendió a su enseñanza. El programa logicista terminó así desarrollado, finalmente, en otro plano — y de una manera no soñada por Frege ni Russell. Esa lección fue aprovechada por la filosofía de la ciencia.



Gottlob Frege (1848–1925)

En una extensión del proyecto Bourbaki a las ciencias naturales, Patrick Suppes comenzó a sentar las bases para la *formalización de teorías* apelando, asimismo, a la teoría informal de conjuntos, con un éxito que convenció a otros cultores de la filosofía de la ciencia de que este es el buen camino. Una teoría nada trivial, como la mecánica clásica, fue formalizada en este lenguaje riguroso, mas sencillo. A los logros iniciales se sucedieron otros, formalizándose otras teorías científicas. Luego veremos cómo, en el mismo espíritu, toda la riqueza y complejidad de las teorías es captada por la *concepción estructural*.

Una vez más, la ruta señalada por el neopositivismo fue recorrida fructuosamente — y de otra manera. Se iba desarrollando una "biblioteca" o *base de teorías formalizadas*, que permitía hablar con exactitud de ciencias específicas una tras otra, llenando así ese gran hueco existente en el desarrollo de la concepción tradicional.

Pero estas formalizaciones, si bien *permitían reconocer patrones de pensamiento en las distintas ciencias*, alejaban cada vez más la noción de *un* esquema que permitiera llegar sin sorpresas a *producir* conocimiento científico.

Tampoco existía cosa tal como un procedimiento mecánico que permitiera, por su mismo funcionamiento, separar la ciencia de la no-ciencia.

La noción de *método*, tal como fue manejada anteriormente, se distanciaba, y se transformaba en otra herramienta. Narremos en qué consistía la *metodología*, tal como la practicó la concepción tradicional, para aquilatar la distancia que nos separa de ella — e intentar, desde el nuevo lugar, un relanzamiento de los estudios en *metodología de la ciencia* con la certeza de contribuir, de esta manera, al avance científico tal como en matemáticas lo logró "Bourbaki", luego de tantas décadas.

2.2. Los contextos y la función de la filosofía de la ciencia. En su libro *La lógica de la investigación científica*, Popper establece una división tajante entre dos circunstancias de la práctica científica, a las que llama *contextos*:

- i) de *descubrimiento*; y
- ii) de *justificación*.

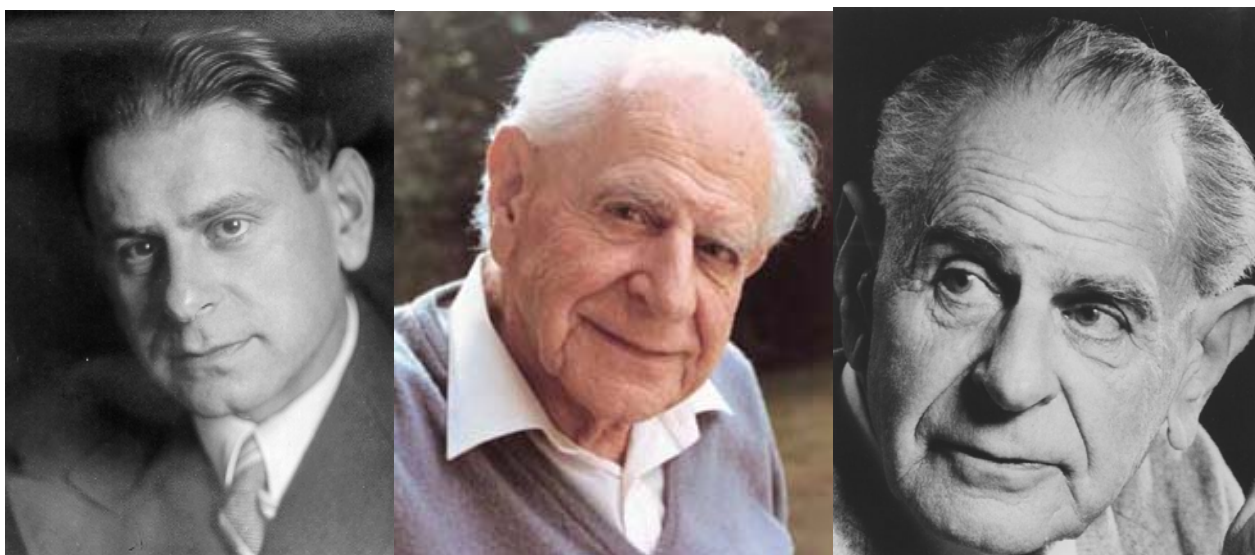
La distinción se hizo clásica, llegando a tornarse dominio común del neopositivismo y de la filosofía de la ciencia tradicional. Pasemos a comentar qué entendía Popper como tales contextos. Dice Popper:

"La etapa inicial, el acto de concebir o inventar una teoría, no me parece que exija un análisis lógico ni sea susceptible de él. La cuestión de cómo se le ocurre una nueva idea a una persona, ya sea un tema musical, un conflicto dramático o una teoría científica, puede ser de gran importancia para la psicología empírica, pero carece de importancia para el análisis lógico del conocimiento científico. Este no se interesa por cuestiones de hecho (el *quid facti*, de Kant), sino únicamente por cuestiones de justificación o validez (el *quid juris* kantiano)".

Veamos: para la filosofía clásica *la ciencia es un producto acabado*, aquello que aparece en los artículos, en los libros especializados; un conjunto de proposiciones a las que es posible analizar lógicamente. El objetivo de la filosofía de la ciencia es este — y sobre todo, ver cómo estas proposiciones se *justifican*, es decir, cómo se *contrastan* con la realidad: cuál es el mecanismo por el que enfrentan a esa naturaleza que pretenden describir. Si es *conocimiento de la naturaleza*, debe haber algún dispositivo lógico por medio del cual se efectúe la contrastación: éste es el *método científico*, que es así un *método de justificación*.

Su estudio, único que cae dentro de la esfera de la filosofía, conforma un contexto muy especial, el de *justificación*. Tal contexto está separado del de *descubrimiento*, que son aquellas circunstancias en medio de las cuales se accede a un descubrimiento científico.

Nótese la diferencia. No es que el contexto de descubrimiento sea poco interesante: lo es, y mucho, y debe estudiarse. Para ello están la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia, la psicología social de los científicos o individual del innovador, o incluso la historia biográfica. Pero no existe *en el proceso de creación* una lógica que pueda sistematizarse en método; sí existe *en la justificación* del conocimiento propuesto. Como no hay una lógica de la invención o la creación, *la filosofía, que es fundamentalmente análisis lógico*, no tiene nada que hacer aquí. El contexto de descubrimiento queda para que lo estudien las ciencias empíricas — mas no la filosofía.



Karl Raimund Popper (1902–1994)

Esta distinción *descubrimiento-justificación* ha sido criticada, pues privilegia el *resultado* de la actividad científica por sobre esta actividad misma, en una actitud que *ocultaría las condiciones sociales de producción de la ciencia*.

Se ha visto, además, que –asimismo– el tipo de *filosofía de la ciencia* incide sobre la *historia* de la ciencia que *relata*, de modo que si la filosofía es refutacionista, la historia consiste en refutación de teorías y su reemplazo por otras; si es de "rupturas epistemológicas", son estos episodios los que aparecen en la narración. No sólo esto: a la inversa, como lo demostró Thomas Kuhn –y sobre ello insistiremos más adelante– el *tipo* de historia de la ciencia que se relate tiene hondas repercusiones en la filosofía, rompiéndose la drástica división entre análisis lógico y hechos de la ciencia: mostrándose que pueden coexistir en forma fructífera.

Pese a manifestarse no totalmente adecuada en la actualidad, la distinción entre contextos *de descubrimiento* y *de justificación* hizo evidente, y difícilmente discutible, una circunstancia que tiene que ver con el contexto de descubrimiento, como separado de la verdad o de lo que pertenece al otro contexto. Tal circunstancia expresa en forma categórica que *la corrección de una teoría es independiente de la persona, la situación, la clase social o el país en que se originó*. No sirve, a la hora de justificar un conjunto de proposiciones científicas, apelar a la índole del autor – o a cualquier otra variedad de argumentos en que, por ejemplo, se coincida en apelar a la *autoridad* de la fuente que originó las proposiciones en cuestión.

Es acerca de la *concordancia, entre lo proclamado en la teoría y los hechos a los que hace referencia*, como se debe juzgar dicha corrección.

En consecuencia: *frente a cualquier enunciado científico es pertinente inquirir no por sus orígenes, sino por las cuestiones de hecho que pueden confirmarlos o eventualmente refutarlos*.

La historia de la ciencia, y quizás la sociología de la ciencia e incluso la psicología de la ciencia, devienen ámbitos de estudio actualmente ligados a la filosofía. Contradice esto lo afirmado por el neopositivismo y por Popper, de que lo único analizable es la organización *lógica* de las teorías científicas tal como ellas son luego de creadas y aceptadas; pero conserva en firme la no confusión entre cuestiones de *origen* y cuestiones de *validez*.

La manera en que la ciencia se presenta como válida, con pretensiones de ser *conocimiento de lo real*, corresponde al método científico. Lo estudiaremos a continuación en sus dos versiones más importantes: el *inductivismo*, de interés sobre todo histórico, y lo que se considera el método estándar en investigación, el *hipotético-deductivo*.

Bibliografía

- Aristóteles, Obras de Aristóteles en el Proyecto Gutenberg (en inglés y en griego clásico), disponibles gratuitamente en <http://www.gutenberg.org/author/Aristotle> Para traducciones al castellano de obras de Aristóteles en Internet: "Enlaces externos" en <http://es.wikipedia.org/wiki/Aristóteles> *The Works of Aristotle*, Londres, Oxford University Press, 1928-1952.
- Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959.
- Bunge, M., *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1975.
- Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969.
- Descartes, R., *Discurso del método*, Madrid, Edaf, 1980.

- Frege, G., *Conceptografía. Los fundamentos de la aritmética*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1972.
- Hempel, C., *La explicación científica*, Buenos Aires, Paidós, 1979; *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza Universidad, 1973.
- Hume, D., *Tratado de la naturaleza humana*, Buenos Aires, Paidós, 1974.
- Kant, I., *Crítica de la razón pura*, Buenos Aires, Losada, 1978.
- Klimovski, G., *Curso de metodología*, Buenos Aires, Universidad de Belgrano.
- Koyré, A., *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 1978.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Moulines, C. U., *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza Universidad, 1982.
- Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Berkeley, University of California Press, 1962.
- Platón, *Diálogos*, México, Porrúa, 1979.
- Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973.
- Russell, B., *Obras completas*, Madrid, Aguilar, 1973.
- Sneed, J., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971. Disponible en la Red.
- Suppes, P., J. C. C. McKinsey y A. C. Sugar, *Fundamentos axiomáticos para la mecánica clásica de partículas*, Michoacán, México, Universidad Michoacana, 1978.



Capítulo 1

La inducción y la ciencia

Se ha sostenido que el *método inductivo* caracteriza la ciencia. Probablemente el primero en plantearlo así haya sido Aristóteles, a partir de sus minuciosos trabajos científicos en biología: *la observación de numerosos ejemplos de un mismo tipo permitiría establecer una generalidad, una ley que los abarque a todos*. Mediante este método se habría elaborado, entre otras cosas, la primera taxonomía biológica: una clasificación de los seres vivos que persistió aproximadamente dos mil años.

Hacia 1620 Francis Bacon publicó su *Novum Organum*. En él repitió, con un poder de convicción que ha llegado a nuestros días, que la ciencia proviene de la experiencia –la observación sistemática de la naturaleza, la acumulación de datos– a fin de *detectar regularidades* consistentes en la reiteración ordenada de fenómenos: es decir, las *leyes* que rigen lo que en un principio aparece como simplemente caótico. Su época es la de las revoluciones científicas que marcan el comienzo de la ciencia moderna. Newton, Copérnico, Kepler, Harvey, fueron supuestos cultores del nuevo credo de la ciencia, la *inducción*, opuesta a la especulación medieval de escaso o nulo contraste empírico.

Con variantes, el *inductivismo* es visualizado como *el* método característico de todo conocimiento científico –e incluso común– acerca de cosas naturales y asuntos sociales, por pensadores que reflexionaron largamente acerca de la ciencia y el conocimiento en general: Bertrand Russell, Rudolf Carnap, Hans Reichenbach entre otros. *El empirismo lógico o neopositivismo expuso las reglas de la metodología inductiva* dominante en filosofía de la ciencia desde los años veinte, en que nació en el Círculo de Viena expandiéndose posteriormente a la casi totalidad de las universidades anglosajonas, hasta su ocaso a partir de los años sesenta.

Según esta corriente inductivista, *la ciencia es un sistema lingüístico*, un conjunto de *proposiciones* en el que es dable distinguir al menos dos tipos diferentes:

a) Uno, enunciados que hablan de *un individuo o un conjunto pequeño de individuos* a quienes podemos llamar *muestra*, y de las propiedades que se observan en él. Por ejemplo: los enunciados "las ocho ratas blancas recorren el laberinto y llegan a la comida" o "el paciente presenta tales o cuales manchas rojas en la piel" o "al extirpar el páncreas al perro P este desarrolla diabetes" hacen referencia a hechos supuestamente empíricos que presentan las características mencionadas: observabilidad directa del fenómeno descrito, en un conjunto accesible de especímenes.

Llamaremos de *Nivel I* a dichos enunciados: se corresponden con *los datos y la casuística* de la actividad científica.

b) Otro, que habla de una población *global*. Por ejemplo, "los animales pancreatoprivos desarrollan diabetes" o "todos los cuerpos recorren al caer una distancia que depende de la duración de la caída (exactamente, $gt^2/2$, fórmula en la que t es el tiempo y g una constante)". "*Todos*", naturalmente, se refieren al conjunto completo de especímenes: pasados, presentes y futuros.

Estos enunciados, a los que denominaremos de *Nivel II*, corresponden a las *regularidades o leyes* de la ciencia.

Según el método inductivo, el Nivel II se obtiene generalizando, haciendo válidos para todos, en todo tiempo y lugar, las observaciones efectuadas y expresadas en el Nivel I, también llamado, en jerga filosófica, la "*base empírica*": el conjunto de hechos en los que se apoya todo el complejo edificio de la ciencia.

Un ejemplo de inferencia inductiva serían los clásicos "experimentos para ver" de la fisiología, usados cuando se quiere averiguar una función que se desconoce.

Recordemos el relato de uno de ellos hecho por Claude Bernard:

"En 1845 Peleuze me dio una sustancia tóxica llamada curare que había traído de América. Entonces no sabíamos nada acerca de la acción fisiológica de esta sustancia. De acuerdo con las observaciones y relatos de Alexander von Humboldt, Roulin y Boussingault, sólo sabíamos que la preparación de esta sustancia era compleja y difícil y que mata rápidamente a un animal cuando se le introduce bajo la piel. Pero, por las primeras observaciones, yo no tenía idea del mecanismo de la muerte por el curare; para tener una idea tuve que hacer nuevas observaciones en cuanto a las alteraciones orgánicas a que podía dar lugar este veneno. Por lo tanto, hice experimentos para ver cosas acerca de las cuales no tenía absolutamente ninguna idea preconcebida. Primero inyecté curare bajo la piel de una rana; murió a los pocos minutos. La abrí inmediatamente y en la autopsia fisiológica estudié sucesivamente lo que había ocurrido con las propiedades fisiológicas conocidas de sus varios tejidos. En mi rana envenenada con curare, el corazón mantenía sus movimientos, la sangre no había cambiado, aparentemente, sus propiedades fisiológicas; y lo mismo había ocurrido con los músculos que conservaban su contractibilidad normal. Pero mientras el sistema nervioso había conservado su apariencia anatómicamente normal, las propiedades de los nervios habían desaparecido completamente. No había movimientos, voluntarios ni reflejos, y cuando los nervios motores eran directamente estimulados, ya no producían la contracción de

los músculos. Para saber si había algo erróneo o accidental en esta primera observación, la repetí varias veces y la verifiqué de diversas maneras: en los mamíferos, y en las aves, hallé los mismos fenómenos que en las ranas, y la desaparición de las propiedades fisiológicas del sistema nervioso motor resultó un hecho constante. Partiendo de este hecho bien establecido pude llevar adelante mi análisis de los fenómenos y determinar el mecanismo de la muerte por curare. Procedí siempre por razonamientos análogos a los citados en el ejemplo anterior, y de idea en idea, y de experimento en experimento, llegué a hechos cada vez más definidos y finalmente a la conclusión de que el curare causa la muerte por destrucción de todos los nervios motores, sin afectar a los sensitivos."¹

La secuencia que expone C. Bernard abarca todos los pasos del método inductivo:

- i) Experimento para ver;
- ii) Conclusión provisional;
- iii) Variación de las condiciones;
- iv) Pasaje por distintas especies animales;

para finalmente concluir con la

- v) Ley de la muerte por curare: "Todos los animales envenenados con curare mueren por parálisis motora, debido a la destrucción de la función de los nervios correspondientes".

La inducción aparece como la inferencia por la cual pasamos de la consideración de algunos casos de envenenamiento, en ranas y otros animales, a una ley general.

Es interesante notar que Claude Bernard afirma "Entonces [en 1845] no sabíamos nada acerca de la acción fisiológica de esta sustancia." En realidad sesenta y cinco años antes –en 1780– Felice Fontana (1730-1805, quien el año siguiente –1781– usaría el microscopio para describir el axón de una célula cerebral) ya había descubierto que el curare bloqueaba la capacidad de los músculos voluntarios sin afectar los nervios ni el corazón. En 1800 Alexander von Humboldt (1769-1859) había comunicado cómo preparaban el bloqueante los nativos de la cuenca del Orinoco. Durante 1811-1812 Benjamin Collins Brody (1783–1862) experimentó con curares y mostró que no matan al animal, y que el recobro del mismo es completo si la respiración se le mantiene artificialmente. En 1825 un naturalista simpático

¹ La edición de 2005, dirigida por Pedro García Barreno y publicada por Editorial Crítica SL, Barcelona, y Fundación Iberdrola, que trae también un importante prólogo, es accesible gratuitamente por Internet en <http://books.google.com/> Se lo ubica allí buscando "Introducción al estudio de la medicina experimental", por Claude Bernard. Este "Cuarto ejemplo" y su contexto ocupan las páginas 345-354, en el capítulo final donde Bernard sintetiza sus aportes metodológicos.

y excéntrico, Charles Waterton (1782-1865), había mantenido viva, con respiración artificial por fuelles (e insuflación a través de una traqueotomía), a una burra curarizada. Robert Hermann Schomburgk (1804-1865) identificó en 1841 la viña de los curares en el género vegetal productor de la estricnina, *Strychnos*, y la nomencloó como *Strychnos toxifera*. Sin restar un ápice al aporte de Claude Bernard, échase de ver todo un conjunto de cuestiones –como las vinculadas a la difusión y acceso a los datos previos, o el encerramiento forzoso o voluntario de tales datos o bien de su interpretación en alguna cultura o comunidad científica local; su comunicación en una lengua prestigiosa o supuesta pedestre (como las de adversarios económicos o etnias vasallas), y las rivalidades en circular, difundir el entendimiento, o silenciar aportes científicos según sean propios o foráneos: según aprovechen a amigos o a competidores– que podrían tener relevancia para el contexto de descubrimiento. Pero resultan ajenos al contexto de justificación.

Podemos imaginar etapas más primitivas en el desarrollo de la inferencia por la que Claude Bernard pasó de considerar algunos casos de envenenamiento a una ley general. La inferencia original debe haber ocurrido en alguna comunidad de cazadores de etnia Macusi en las Guayanas o, más verosímilmente, de otros indígenas muy anteriores en la misma área etnobotánica caribe. Aludimos a la inferencia primigenia que llevó, por primera vez, a utilizar alguno de estos bloqueantes de la transmisión neuromuscular, los curares, como veneno que no envenena a quien se alimenta de la presa emponzoñada –o a recuperar esa inferencia varias veces, en la misma u otras comunidades indígenas, tras sendos abandonos, extravíos o pérdidas sociales del saber inicial de su obtención, saber foráneo al lento acrisolamiento en Europa de otros saberes como *científicos*. Acaso todo empezó bastantes milenios antes, al distribuirse hacia el Este –tras atravesar el istmo de Panamá– los amerindios que colonizaron Sudamérica, con la visión de la muerte de algún primer herido, humano o animal, a quien tal vez con intención cicatrizante aplicaron en una llaga o laceración los jugos de *Strychnos toxifera* (hay tres grandes clases de curare, todos inofensivos cuando se los toma por boca); más tarde, la rápida captura de un animal herido con un dardo o flecha impregnada a propósito con la "magia" del curare; luego, quizás, el lento perfeccionamiento empírico de la preparación de sus diferentes clases, y por fin la visión de otros animales que caían inmóviles a morir, condujo a esta asociación básica: "Si el curare penetra en una herida de este tapir, *este animal* muere", anterior todavía a establecer que, *siempre y doquier*, todo animal herido con curare muere.

Quisiera hacer notar la diferencia entre ambos casos: en el primero, el de Claude Bernard, se pasa de observaciones con respecto a algunos animales, a afirmarlo de todos: del Nivel I al Nivel II. En el segundo, el de *este tapir*, se asocia un suceso observable con otro suceso observable: si sucede A, entonces sucede B. Se permanece en el Nivel I.

Se puede interpretar que A, la herida con curare, es *signo* de B, la muerte del animal; y lo es, debido a la existencia de una "ley" precientífica que *estipula* la muerte de todo animal herido con tal veneno.

Tanto la asociación de A con B, como el reconocer que todos los A son signo de B, son ejemplos de *inferencia inductiva*.

Leyes de esta especie –y asociaciones indestructibles como que el sol saldrá mañana, pues sale todas las mañanas, o que el pan es un buen alimento pues siempre lo ha sido– guían las acciones de los científicos y de los seres humanos en general.

Los científicos confían en sus leyes, y las usan constantemente como herramienta para explorar el universo y obtener mayor conocimiento, o para modificar el mundo con sus consecuencias técnicas, al mismo tiempo que actúan creyendo, entre otros datos que les proporciona su cultura, que la universidad permanecerá en su sitio — o que su coche los llevará confiadamente por las mismas calles de ayer, rumbo al laboratorio.

Cada vez que se reiteran estas regularidades inductivas, las mismas se hacen más confiables, inductivamente.

No sólo los humanos, urbanos y selváticos, actúan de acuerdo con estas asociaciones. El oír tintinear la cadena es signo inequívoco para un perro de la hora de su paseo — y en consecuencia se apresta junto a la puerta. La supervivencia biológica depende por entero de la adquisición de hábitos confiables acerca de los alimentos, los otros animales, los seres humanos, las cosas... conocimiento precientífico, e incluso preverbal, que guía la vida cotidiana de animales y hombres con seguridad suficiente para tutelar la supervivencia de la especie. Por inducción generamos las conclusiones que formamos con la experiencia.

Todo razonamiento, acerca de las realidades halladas en nuestro alrededor, reside, pues, en el nexo que pueda establecerse entre un hecho presente y otro inferido, entre A y B, o entre un conjunto de hechos conocidos y una ley que legisla acerca de hechos no conocidos directamente, ya sean pasados, presentes o futuros, y que especifica que en ellos se cumplirá el mismo nexo *ya observado* entre los hechos que se conocen.

En este tranquilo universo teórico, en el que *leyes inmutables de la naturaleza* garantizan lo razonable de las asociaciones efectuadas y de las leyes que de ellas resultan, las preguntas formuladas en el año 1737 por Hume⁵ resonaron con el estrépito de lo inesperado.

Hume preguntó: *¿Cuál es el fundamento de todas las conclusiones que formamos con la experiencia?*

O sea: ¿En base a qué sostenemos una ley, que habla de lo que todavía no conocemos? ¿Cómo pasamos de lo conocido a lo desconocido? ¿Por qué extender lo experimentado, los signos ya aprendidos, al futuro, tal que si un rayo anunció tormenta en el pasado, otro rayo en el futuro también la

anunciará, o si las manchas de Koplic anunciaron sarampión en otros casos, estas manchas de Koplic que ahora observo resulten signos de una próxima erupción cutánea?

Sin duda, es posible justificar el pasaje de A a B, del rayo a la tormenta, aduciendo una ley general trivial, que se encuentra implícita en el razonamiento que diga que "todo rayo va seguido de tormenta". Pero en este caso volvemos a la pregunta originaria de Hume: ¿cómo fundamentamos esta ley?

La respuesta es única: sólo se entiende el pasaje de una afirmación particular, Nivel I, a otra general, Nivel II, *si existe un principio de inducción* que haga de nexo entre una y otra; un postulado válido que diga, aproximadamente: "Si en un número suficientemente grande de casos se ha dado una relación, ésta será válida para todos los casos".

Sólo *si existe* este principio como premisa de la inferencia queda autorizada la inducción. ¿Cómo podría descubrirlo Hume? Tratemos de seguirlo. El paso siguiente es interrogarse acerca de las características que pudieran especificarlo.

¿Será un principio lógico? Un principio lógico no nos puede conducir de la verdad a la falsedad. Sin embargo, sabemos demasiado bien que nuestras mejores expectativas pueden resultar frustradas: el pan, en vez de alimentar, puede tener cornezuelo de centeno y ser venenoso, como sucedió efectivamente en el pasado siglo XIX en el sur de Francia; incluso puedo pensar que el sol no va a salir mañana, o que mi perro, en vez de mover la cola, me va a morder. En ciencia, las mejores leyes han sido superadas, y su falsedad hecha evidente. *El principio de la inducción puede conducir, pues, de la verdad a la falsedad.*

Con ello queda demostrado que *no se trata de un principio lógico, ya que éstos conservan la verdad de las premisas en la conclusión.*

Tampoco sería un principio a priori, plantado en el alma antes de toda experiencia ("previo a la experiencia" en latín académico se expresa con las palabras "*a priori*", sin que haga falta agregar que es "*a priori experientiae*"), como una suerte de instinto: por ejemplo, aquel instinto que hace tejer, a todas las arañas de la especie *Epeira*, telas con la misma geometría  ya desde la primera vez, sin haberla aprendido nunca de otros congéneres ni serles impuesta por su función (esto se advierte porque otras especies tejen sus telas con otras geometrías). Al contrario: según Hume, las asociaciones entre signo y hecho esperado, entre A y B, no son de ninguna manera previas a la experiencia. Alega así: "Presentad un objeto a una persona: cualesquiera que sean la razón natural y las facultades que le supongáis, si este objeto es para ella enteramente nuevo, será impotente para descubrir, aunque fuera por el examen más atento de sus cualidades

sensibles, ninguna de sus causas, ninguno de sus efectos". Deberá aprenderlo. Y esto ocurre en la experiencia, no en el a priori.

Debe ser, entonces, un principio de la experiencia, y justificarse por la experiencia. Pero en el contexto cultural de Hume, que llega hasta nosotros, toda inferencia de la experiencia se supone es inductiva, y por lo tanto, el principio de la inducción se justificaría, a su vez, en forma inductiva. Esta circularidad de argumentos es inadmisibles. Señalar resultados no brinda conclusiones lógicas y, para justificar que es legítimo utilizar una inducción, no sirve emplear algo que sólo se descubre por medio de ella: no justifica haber utilizado, a fin de encontrarlo, un razonamiento de tipo inductivo. No puede establecerse el principio de un razonamiento por medio de un razonamiento que utilice ese principio.

Quedó así descartado, entonces, que ese principio de la inducción – aquel que haría inteligible y lógico el pasaje desde una afirmación particular, Nivel I, a otra general, Nivel II– pudiese ser una ley de los hechos de la experiencia.

En tanto que no es lógico ni a priori (es decir, en tanto que no es anterior a la experiencia), ni tampoco serviría si fuera un hallazgo empírico, es decir si se lo hubiera encontrado inductivamente en la repetición de los hechos de experiencia, el tal principio no puede justificar a la inducción, ya que él mismo es injustificado.

Hume fue terminante: denunció que *la inducción carece de justificación*. Denunció la ausencia de algún postulado válido que, obrando como premisa de la inferencia inductiva, autorice la inducción: "si en un número suficientemente grande de casos se ha dado una relación, ésta será válida para todos los casos". Afirmó que nada motiva nuestra aceptación de las leyes científicas, ni de ninguna parcela de nuestro conocimiento común sobre el mundo.

El problema se mantiene incluso si las leyes son probabilísticas en vez de deterministas, pues, ¿cómo justificar la afirmación de que lo observado en la muestra se mantendrá en todo el segmento desconocido de la población total? La pregunta de Hume se aplica aquí con idéntica fuerza, así como el supuesto de que toda inferencia de la experiencia es inductiva y en consecuencia la inducción está condenada a autofundarse, quiméricamente. Para evitarlo sería necesario señalar un "cemento" o principio que permitiera pasar de pocos casos en los que se encuentra cierta proporción, expresada de manera probabilista, a una generalidad, en la que supone se mantendrá idéntica proporción.

Tal es el caso de la inferencia entre el Nivel I y el Nivel II; pero existen enunciados de nivel aun superior, donde la situación empeora.

En efecto, las dificultades para defender satisfactoriamente a la inducción eran todavía mayores, al menos en ciencia, que lo imaginado por Hume con su problema lógico, a saber: el salto de enunciados en los que se habla de *algunos*, a los enunciados en los que se habla de *todos*, y que considera imposible efectuar sin un término medio que los una. Si este "cemento" existiera, posibilitaría el pasaje de hechos observados efectivamente a hechos potencialmente observables. Pero su punto más fuerte es que dicho principio de la inducción le resultaba, a su vez, impensable. Y la inducción luce todavía más indefendible, si cabe, cuando agregamos esos enunciados de nivel aun superior.

Toda ciencia madura posee, además de términos que hacen referencia a individuos observables con propiedades observables, otros vocablos, que designan individuos y propiedades que se encuentran más allá de la observación más o menos directa: *átomo, campo magnético, electrón, cuánto, fuerza, masa, valencia* en física y química; *o gen* (en la época en que fue propuesto, antes de descubrirse la naturaleza química del ADN, y otra vez ahora que ha dejado de identificárselo con algún segmento de la molécula de ADN y su concepto incluye lo expresado por complejas regulaciones sistémicas), *medio interno, ego, superyó, gestalt, clase social, valor de cambio*, en otras disciplinas. Vocablos propios de las teorías científicas, distintos al del lenguaje ordinario y que no hacen referencia a ninguna entidad observable. Quisiera recalcar que aunque consustanciales a las teorías –son su porción más original– nadie ha *enfrentado directamente* un electrón o un campo.

Pues bien, no existe ningún conjunto de datos públicamente observables a partir de los cuales en modo directo se pueda inferir, inductivamente, leyes con tales *términos teóricos*, que llamaremos enunciados de *Nivel III*.

El problema de Hume se presenta agravado, pues, en teorías científicas complejas. Si la inferencia entre el Nivel I y el Nivel II es injustificada, entre el Nivel I y el Nivel III es sencillamente imposible.

Incluso un partidario ferviente de la inducción, Rudolf Carnap, señala que: "No se puede seguir simplemente un procedimiento mecánico basado en reglas fijas para idear un nuevo sistema de conceptos teóricos y, con su ayuda, una teoría. Para esto se necesita ingenio creador".

Ninguna inducción media, entonces, entre lo observado y la teoría: sí, auténtica creación. Queda así desautorizado el hablar de un método inductivo, al menos en esta etapa de la actividad científica. Veremos, a lo largo de nuestros escritos, qué permanece de la noción de método luego de la crítica a que es sometida por parte de la propia filosofía de la ciencia.



David Hume (1711-1776)

¿Qué respuesta ofreció Hume a sus interrogantes?

Sabe que la mejor fundamentada de nuestras inducciones puede ser errónea; pero sabe asimismo que sólo con nuevos recursos a la experiencia es posible corregirlas y, así, aumentar el caudal de conocimientos. *La inducción sería falible, pero autocorregible*. Mientras que nuestros sentidos nos brindan conocimiento verdadero –no nos podemos equivocar acerca de lo que percibimos en el momento en que lo percibimos: decir, por ejemplo, "estoy escribiendo a máquina" en el momento en que lo hago–, las asociaciones y leyes que inferimos a partir de ellos pueden ser erróneas. Pero con nuestros sentidos visualizamos los equívocos, y nuevas inducciones corrigen las anteriores. En síntesis, la inducción es injustificada y da lugar a una falsa comprensión de las cosas; pero es la única herramienta que poseemos, imperfecta como es, para movernos con conocimiento por el mundo.

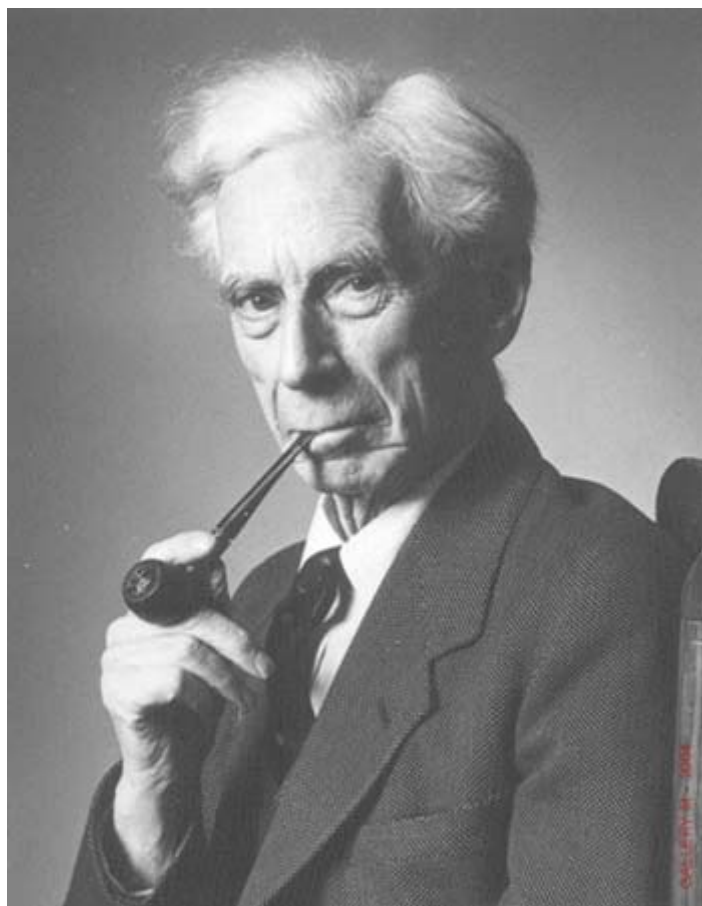
Si bien inmotivada, hunde sus raíces –se origina– en el hábito: proceso no racional, proceso biológico que caracteriza al aprendizaje animal y al aprendizaje del hombre como sujeto práctico. El hábito depende de leyes naturales, leyes biológicas que nos rigen necesariamente, y que son independientes de nuestro pensamiento y nuestro razonamiento.

Repitamos los pasos que nos invita a seguir Hume. Las leyes biológicas, parte de las leyes totales de la naturaleza, condicionan que el aprendizaje del conocimiento práctico, no verbal, de los animales y del hombre en cuanto ser biológico, *resida en el hábito*: en la asociación de experiencias, de forma tal que una experiencia sea signo de otra. En el plano verbal, las experiencias, expresadas en enunciados acerca de lo ya conocido, se asocian y se extienden –hasta cubrir lo todavía no experimentado– en enunciados generales, las leyes. El paso de unos a otros, de enunciados básicos de

Nivel I, a leyes de Nivel II, en tanto basado en el comportamiento biológico –garantía de supervivencia– *resulta indefendible para la razón*. Conduce pues a un conocimiento falible, a leyes posiblemente erróneas, pero rectificables merced a ese procedimiento erróneo e imperfecto que es la inducción – que se encuentra en consonancia con las leyes más básicas de nuestro ser biológico.

Tal es, sucintamente, la teoría del conocimiento y de la ciencia que nos brindó Hume. *La inducción se debe al hábito y éste, a su vez, obedece las leyes de la naturaleza y no de la razón*.

B. Russell concluye que si esto es así, si nuestro conocimiento es injustificado, el ser humano es básicamente irracional. No es un "animal racional", como adoctrinaba la tradición. No existe ningún motivo para inducir; sin embargo, lo hacemos. En esto radica lo irracional de todo conocimiento humano, ya sea común o científico.



Bertrand Russell (1872-1970)

Es de hacer notar que la inducción se encuentra indisolublemente asociada al empirismo como teoría del conocimiento. El empirismo estipula que nuestro saber se debe a las sensaciones que experimentamos; sólo conocemos lo que entra a través de los sentidos.

La "tabla rasa" de Aristóteles (quien llama *tabla rasa* a la mente antes de que la experiencia deje allí su impronta), inicialmente limpia de toda escritura, se va llenando con los elementos perceptivos, al modo de un balde vacío. No es el momento de exponerlo críticamente. Sabemos que incluso el empirismo reconoce una capacidad de elaborar los estímulos que no ha entrado por los sentidos, sino que depende del intelecto; recordemos que en Hume la capacidad de asociación es parte del bagaje biológico del sujeto, y en Carnap existe creación auténtica al menos en ciencia: no existiría si todo fuera asociación de lo dado en la experiencia. El balde –después de todo– no está tan vacío al comienzo de toda experiencia.

Para nuestros fines, es suficiente apuntar que el empirismo tiende a enfatizar los factores derivados de la experiencia y a minimizar los propios de la razón: el rol de los sentidos para contemplar el mundo, la asociación entre estímulos provenientes de este y del propio cuerpo, el hábito, la inducción, son los elementos básicos a partir de los cuales se elaboraría todo conocimiento. Estas son las constantes que recorren el pensamiento empirista, desde Aristóteles a Carnap, Strawson o Wittgenstein.

De allí que los filósofos empiristas, inductivistas, hayan visto en el "problema de Hume" un desafío que cuestionaba cualquier teoría empirista del conocimiento, pues no resolverlo puede conducir a un escepticismo extremo.

Este escepticismo extremo llevaría a negar todo saber, ya que no se encuentra ningún motivo para sostener razonablemente ningún conocimiento que vaya más allá de las simples impresiones sensoriales – cuando el empirismo sostiene, precisamente, que *a partir de allí* se edifica la compleja arquitectura cognoscitiva. Sus intentos de resolución han sido numerosos y, en líneas generales, no han podido salir de la red argumental de Hume.

Karl Popper, contemporáneo y adversario del Círculo de Viena, publicó en 1934 una solución al problema de Hume, desde un racionalismo deductivista atemperado por la experiencia, al que luego llamará "racionalismo crítico": versión actual del hipotético-deductivismo, conocido como el método estándar, habitual de la ciencia, ya definido más de setenta años antes por Claude Bernard.

Este será el tema del próximo capítulo.

Bibliografía

Aristóteles, Obras de Aristóteles en el Proyecto Gutenberg (en inglés y en griego clásico), disponibles gratuitamente en <http://www.gutenberg.org/author/Aristotle> Para traducciones al castellano de obras de Aristóteles en Internet: "*Enlaces exter-*

nos" en <http://es.wikipedia.org/wiki/Aristóteles> *The Works of Aristotle*, Londres, Oxford University Press, 1928-1952.

Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959.

Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969.

Flew, A. G. N., "Hume", en: O'Connor, D. J. (comp.), *Historia crítica de la filosofía occidental*, t. IV: El empirismo inglés, Buenos Aires, Paidós, 1968, pp. 273-348.

Hull, L. W. H., *Historia y filosofía de la ciencia*, Barcelona, Ariel, 1982.

Hume, D., *Tratado de la naturaleza humana*, Buenos Aires, Paidós, 1974. *An Enquiry Concerning Human Understanding*, Sección IV, reproducida por Blanché, R., *Método experimental y la filosofía de la física*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, pp. 493-503.

Matalan, B., "Epistemología de las probabilidades", en: Piaget, J. (dir.), *Tratado de lógica y conocimiento científico*, t. III: *Epistemología de la matemática*, Buenos Aires, Paidós, 1979, pp. 121-145.

Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973; *El desarrollo del conocimiento científico*, Buenos Aires, Paidós, 1979.

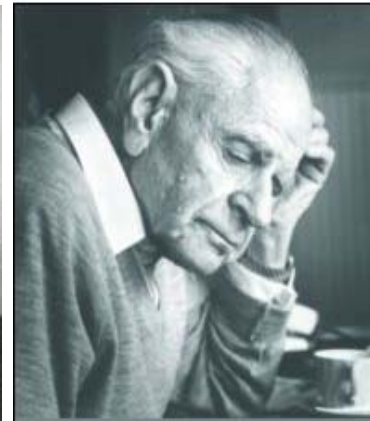
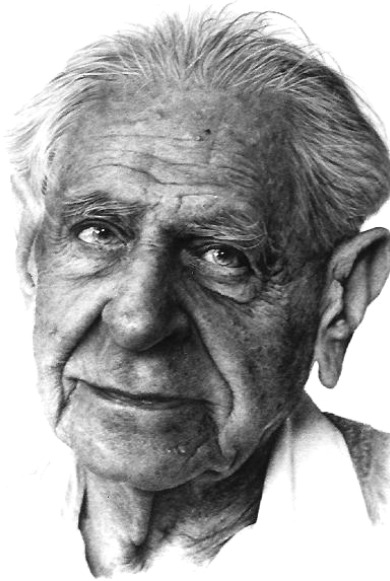
Russell, B., *El conocimiento humano*, Madrid, Taurus, 1977. *Historia de la filosofía occidental*, Madrid, Espasa-Calpe, 1978.

Strawson, P. F., *Introducción a una teoría de la lógica*, Buenos Aires, Nova, 1969.



Capítulo 2

El método hipotético-deductivo



Otras imágenes de Karl Popper (1902-1994)

Karl Popper, vienés contemporáneo del Círculo de Viena, con cuyos miembros sostuvo una permanente polémica ya que su filosofía no era empirista y, por lo tanto, tampoco inductivista, publicó en 1934 su libro *La lógica de la investigación científica*. Allí senta las bases de una nueva manera de enfocar el conocimiento científico, de manera tal que implica una solución al problema de la inducción de Hume. Este, recordemos, era la ausencia de justificación lógica para pasar de enunciados de Nivel I – enunciados acerca de relaciones observables en uno o un número corto de individuos– a enunciados de Nivel II, en los que lo afirmado en el plano de los datos (Nivel I) se extiende a una generalidad: a *todos* los sujetos de los que *inverificadamente* se predicen tales relaciones anteriormente observadas.

Según Hume, no existe ningún motivo para pasar de un segmento efectivamente conocido de la realidad a afirmaciones acerca de sectores todavía desconocidos, ya sea por abarcar zonas fuera de nuestra experiencia

(como podrían ser las montañas de Australia, si vivimos en la Argentina), o por pertenecer al futuro o al pasado (todos los cuerpos caen con tal o cual característica, lo que significa legislar –poner ley– para los cuerpos que han caído en tiempos remotos, o los que todavía no han caído, a partir de observaciones actuales en bolas de metal o madera).

La filosofía antagónica al inductivismo será conocida como *método hipotético-deductivo*. El mismo alcanza hacia los años cincuenta muy amplia difusión, al punto de constituirse en el método estándar, habitual de la ciencia: la manera canónica, aceptada y sancionada con la que presentar los resultados de las investigaciones; la manera correcta de escribir un protocolo. Manera tan conocida, y tan internalizada en el quehacer científico, que permanece oculto, en las sombras, el hecho de que no sólo tiene un origen filosófico, sino que es ella misma filosofía, filosofía de la ciencia: *el método de justificación más aceptado en lo que llamamos "contexto de justificación" luego del fracaso del inductivismo en explicar lo característico de la ciencia, sus leyes*.

¿De qué manera se relacionan los enunciados acerca de cosas o sucesos directamente observables con las generalidades del conocimiento común, sus leyes casi triviales, o bien con las leyes científicas, sean éstas de Nivel II –simple generalidad entre sucesos que *siempre* son observables, como lo son las leyes estadísticas, o el decir, por ejemplo, que las manchas de Koplic estarán seguidas necesariamente de una erupción morbiliforme con la que se habrá completado el cuadro sintomático del sarampión– o leyes de Nivel III, que incluyen entre sus miembros algún término teórico como gen, átomo, especie, etc., cada uno propio de alguna teoría específica y no de otra?

1. La inducción

En la versión inductivista, los numerosos casos *verificaban* de una manera imperfecta, falible (ya que la mejor de las inducciones puede ser falsa), a las leyes; eran sus confirmaciones empíricas. El empirismo creía en esto firmemente: los enunciados de Nivel I eran verdaderos o falsos sin ningún género de dudas –puesto que estaban bajo nuestra constatación directa– y, siendo verdaderos, su verdad se transmitía "hacia arriba", hacia las leyes, de manera inductiva.

Vimos la dificultad que opuso Hume. No es posible deducir las leyes, afirmaciones generales y que se aplican a lo que no conocemos, de enunciados acerca de sucesos inmediatos y observables, salvo que existiera un *término medio*, un principio de la inducción entre unas y otras. Entonces, sí; partiendo del enunciado

a) "He visto numerosos casos en que A está seguido de B" (= "He visto numerosos casos en que a unas manchas blancas en la boca –manchas de Koplic– sigue la aparición de una erupción en la piel característica del sarampión"),

si existiese un enunciado general, principio de la inducción, que dijera:

b) "Existiendo numerosos casos en que 'A es seguido de B' es verdadero, la generalización 'todos los A son seguidos de B' es verdadera: se encuentra justificada",

sólo entonces sí sería posible deducir:

c) "Todos los A son seguidos de B" — "Siempre las manchas de Koplic anuncian la aparición del sarampión".

Vimos, con Hume, que este principio al no ser lógico, ni a priori, ni de la experiencia, está a su vez injustificado. Sencillamente, (b) no puede existir como término intermedio entre (a) y (c). En consecuencia, si bien tanto los animales como el hombre común o el científico hacen estas inferencias cotidianamente y en sus investigaciones, las mismas están injustificadas.

La solución que adopta Hume –decir que esto es un *hábito* arraigado en lo más profundo de las leyes psicológicas y biológicas, en el curso todo de la naturaleza– presenta la dificultad, muy dura para el siglo de las luces, de asimilar de que el pensamiento humano no es lógico. Incluso en nuestra época, si bien se sabe que el pensamiento natural no sigue de modo estricto las leyes de la lógica, se tiende a suponer que las mismas proporcionan un buen modelo de cómo efectivamente procede en ese pensamiento. La diferencia existente entre uno y otra es una motivación para buscar nuevas lógicas, y no para declararlo ilógico sin más.

Los esfuerzos por elaborar lógicas inductivas han fracasado tanto como el primer intento de Hume por encontrar –por justificar– el principio de la inducción. Quedaron al nivel de elaboraciones alrededor de los procedimientos estadísticos, sin resolver adecuadamente. Incluso, subsiste en este campo el problema de cómo extender lo que se conoce estadísticamente en una muestra a toda la población (problema de la inducción en estadística).

Moritz Schlick y Ludwig Wittgenstein intentan salir del círculo humeano sin renunciar al empirismo: conocemos por los sentidos la verdad o falsedad de los datos, pero las leyes *no se siguen* de ellos; no son enunciados, y por lo tanto, susceptibles de ser verificadas. Son apenas reglas de inferencia para deducir, de un enunciado singular, otro enunciado singular: para deducir, de estas manchas de Koplic, la pronta erupción del sarampión.



Moritz Schlick (1882– asesinado en 1936)

Repitámoslo: el enunciado general "toda mancha de Koplic va seguida de una erupción de sarampión" no es verdadero ni falso (las reglas, o instrucciones, son útiles o inútiles, pero no verdaderas o falsas) y es por esta regla general con lo que pasamos de las manchas primeras a la erupción segunda.

Esta concepción de la ciencia, denominada *instrumentalismo*, para la que las leyes son simples instrumentos, reglas para deducir, para predecir sucesos observables desde otros sucesos observables, señala que formulamos las reglas, las usamos mientras sean útiles, y dejamos de usarlas cuando ya no lo son. No son verdaderas: no debemos creerlas verdaderas, ni tampoco que, cuando dejamos de usarlas, fue porque la experiencia demostró que eran falsas.

Resuelve el problema de Hume: no las justificamos; simplemente las usamos.

Pero a su vez tropieza con varios inconvenientes que la hacen inadmisable.

El primero, relativamente sencillo, nos dice que, si bien es algo que pudiera ser creíble de fórmulas tales como $f = ma$ –segundo principio de Newton– en una afirmación de Nivel II la credibilidad disminuye. Pareciera que "todos los hombres son mortales" no es una mera regla para inferir "Sócrates es mortal" o "Felipe González es mortal", sino debería ser o verdadera o falsa: que los hombres, todos, son mortales o no lo son. Un enunciado general de este tipo tiene el aspecto de una auténtica proposición, y no sólo de una regla, al igual que nuestra ley diagnóstica del sarampión.

El segundo inconveniente surge con las afirmaciones de Nivel III, las teóricas. Si no son verdaderas o falsas, resulta difícil pensar que los denotados a los que se refiere una regla estallen en bombas, como el átomo, que en esta concepción no puede tener ninguna realidad –recordemos que el más ilustre y el primer instrumentalista moderno, Ernst Mach (1838-

1916), no creyó en los átomos poco tiempo antes de que Ernest Rutherford (1871-1937) iniciara sus experimentos y con ellos la actual física atómica—o sean fotografiados, como lo fue el gen durante el periodo en que este concepto denotó un fragmento de la molécula de ADN en un organismo acelular, o en el núcleo celular de un ser vivo organizado en células.

El paso del tiempo en la ciencia nos dice que las leyes no son nada más que construcciones especiales para deducir, y sólo eso: *también tienen contenido de verdad, hacen referencia a una realidad más allá de ellas mismas*. Las leyes científicas van más allá de lo que es directamente observable en la experiencia más primitiva, para enseñarnos a ver mundos nuevos: el de los elementos de la sangre, los componentes celulares, los átomos, las galaxias lejanas, los agujeros negros. Gracias a la ciencia, el universo de lo observable se expande continuamente, y la realidad contiene para nosotros muchos más elementos que los que conocía el hombre pre-científico.

2. El enfoque hipotético-deductivo

La ruptura que hace Karl Popper, y antes que él Claude Bernard², es radical. *No tratan de permanecer en el empirismo y de justificar la inducción*. Para ellos, el conocimiento científico, e incluso el conocimiento común, *no es empirista ni inductivista, sino hipotético-deductivista*.

Para hacer comprensible su planteo, seguiremos la estrategia de presentar un modelo simplificado del método hipotético-deductivista —o dogmático— en el que aparecerán, nítidamente, todos sus elementos constitutivos, para presentar a continuación un modelo más complejo —o liberalizado—, más ajustado a la actividad científica.³

2.1. El método hipotético-deductivo simple. El esquema del método inductivo, introducido con el propósito de mostrar, por oposición, los supuestos básicos del hipotéticodeductivismo, nos habla de observaciones expresadas mediante enunciados observacionales que describen un cierto estado de cosas —los hechos, *E* del esquema—, que al reiterarse un número suficientemente grande de veces, permite, por inducción, llegar a enuncia-

² Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959.

³ Debemos a Lakatos la estrategia de presentar al hipotético-deductivismo en dos etapas. Contrariamente a lo que podría creerse de cierta lectura de Lakatos, pensamos que el modelo simplificado no es una mala imagen del hipotéticodeductivismo. Por el contrario, en él aparecen con toda su fuerza los argumentos centrales de Popper —y por cierto, también los de Claude Bernard. Es solamente eso, un modelo reducido, que explica ciertos aspectos del conocimiento científico, pero en el que puede demostrarse fácilmente que deja de lado otros que son fundamentales. Es necesario completarlo, haciéndolo más complejo, para que abarque las facetas más significativas del quehacer científico.

dos generales: las leyes o teorías, *L* del esquema. El camino que recorre la ciencia –según el inductivismo– transita desde los hechos a las leyes.

E —————> inducción —————> **L**

El hipotético-deductivismo invierte radicalmente el esquema, y al hacerlo elimina el papel de la inducción, pues sostiene que la dirección correcta es de las teorías hacia los hechos. No se parte de la observación indiscriminada para inducir luego una ley. Es la ley –la teoría– la que muestra qué hechos se deben observar. Los hechos se *deducen* de la teoría y, finalmente, la pondrán a prueba de la manera más rigurosa posible.

En esquema:

L —————> deducción —————> **E**

Nos dice, además, que una teoría es una libre creación del espíritu humano, un intento audaz de solucionar *problemas* (P) interesantes, producto de la intuición.

Tenemos ya definidos los principales elementos del método hipotético-deductivo simplificado:

P —————> intuición —————> **L** —————> deducción —————> **E**

Veamos ahora más de cerca estos elementos, sus características, y las razones de haber optado por la deducción frente a la inducción.

2.2. El comienzo del método: el problema. Constituye el gatillo disparador de la secuencia metodológica que esquematizáramos anteriormente.

Popper, en su etapa más tardía (la de la *Autobiografía*) hace notar que los problemas no nacen en el vacío. Por el contrario, al igual que la observación, son producto de un encuadre teórico que hace que sean vistos como tales — excluyendo incluso en este punto al empirismo, ya que no hay problemas sin teorías previas.

Dirá en algún momento que los problemas surgen como consecuencia de la tensión entre el saber y la ignorancia, cuando se percibe que algo no está en orden entre nuestro supuesto conocimiento y los hechos.⁴ Asimismo dirá que la crítica, que efectúan la razón y la experiencia –el método *H-D*– a las teorías esbozadas como solución al problema, abre un abanico de nuevos interrogantes antes impensados: es decir, conduce a nuevos problemas.

⁴ Popper, Karl. "Intellectual Autobiography". En: *The Philosophy of Karl Popper*. Paul Arthur Schilpp (ed.). La Salle, Illinois, Open Court Publishing Company, 1972. Versión española: *Búsqueda sin término*, Madrid, Tecnos, 1977. Ver también del mismo autor, "La lógica de las ciencias sociales". En: *La lógica de las ciencias sociales*, México, Grijalbo, 1978.

El hecho de que *a partir de las soluciones* puedan presentarse nuevos problemas, al tiempo que explica la fertilidad de la ciencia, transforma en circular el esquema lineal que mostráramos anteriormente, puesto que su comienzo podría situarse en cualquiera de sus miembros, con la única condición de conservar el orden de la secuencia.

Habitualmente Popper insiste en el carácter empírico o práctico de los problemas –según surjan de la propia realidad, o de la relación que entable el hombre con ella– con un énfasis menor en los problemas *teóricos* que pudieran presentar las mismas teorías.⁵

2.3. El salto creativo: la intuición Habíamos visto que Popper sostiene que las leyes no se obtienen de generalizar observaciones, como lo quiere la metodología inductivista, y que, como lo señalara también Carnap⁶ existe un proceso creativo en la formulación de las leyes, los enunciados generales, denominadas *hipótesis*⁷ en la terminología de Popper. La creación establece un abismo infranqueable entre la observación, por más extensa que pueda ser, y las leyes; además, es posible *imaginar leyes*, hipótesis, por medios que no se refieren en absoluto a observaciones efectuadas; y aquí se contempla con precisión lo que ocurre cuando se postulan *términos teóricos* en las leyes, que al ser *inobservables* no pueden provenir de la experiencia. Puede ser de un sueño, como le sucedió a Kekulé, cuando se hallaba en un coche soñando medio dormido y entrevió una serpiente de llamas que se mordía la cola, pensando entonces que un anillo en forma de hexágono podía ser la solución para formular compuestos químicos, dando nacimiento por esta vía insólita –para el inductivismo– al anillo ciclohexano, que se propone sea la disposición real de los átomos de carbono y sus valencias, usado todavía en nuestros días. O la estructura atómica de la materia, sugerencia tomada de los filósofos materialistas griegos, los primeros atomistas. El surgimiento de una disciplina científica de intuiciones metafísicas, impensable para el positivismo, no es coartada por el hipotético-deductivismo.

A esta compleja red de sueños, relatos míticos, trasfondos metafísicos, observaciones, analogías ... oscuro magma en donde se gesta la creación, perteneciente asimismo al contexto de descubrimiento – terreno del

⁵ Quizás sea debido al rechazo por parte de Popper a la "clarificación conceptual" de la ciencia que propusiera el neopositivismo, englobándola dentro de las consecuencias de buscar una teoría del significado. Aunque especifica que no la desdén, si es usada para eliminar confusiones que puedan surgir de un uso poco cuidadoso de las palabras.

⁶ Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969.

⁷ En el texto usaré indistintamente como sinónimos de proposición, a la usanza de la lógica medieval, *enunciado* o *afirmación*, como aquellas porciones del lenguaje que, al proporcionar información, deben ser consideradas verdaderas o falsas. *Hipótesis* es una proposición cuya verdad o falsedad se ignora, pero que se propone como una solución verdadera al problema planteado.

que surgen las hipótesis– se lo conoce con el nombre genérico y totalizador de *intuición*.

En este contexto, la observación de hechos particulares de la inducción es un caso más de los tantos por medio de los que se llega a postular una hipótesis: ni mejor, ni más privilegiado que otros. *No justifica la hipótesis; simplemente, la sugiere.*

Comienza ahora el método hipotético-deductivo propiamente dicho. Una vez en posesión de una hipótesis, a la que se llega por mil caminos y que es una respuesta a un problema que presenta la naturaleza, ha llegado la hora de ponerla a prueba.

2.4. Las hipótesis y la deducción. Popper, conjuntamente con sus contemporáneos, adopta el *giro lingüístico* en sus análisis del conocimiento en general y del científico en particular. En consecuencia, aceptará como conocimiento aquel que se encuentra expresado, de manera oral o escrita, mediante proposiciones. *No lo que se piensa o lo que se cree, sino lo objetivo, lo que se comunica.* La ciencia *pertenece* a esa porción del lenguaje que se define como *informativo* –y por lo tanto es susceptible de ser verdadero o falso– para diferenciarlo de otras porciones del lenguaje, tales como aquellas que se encuentran integradas por interrogaciones, órdenes, o la expresión de emociones.⁸

La solución que el científico propone al problema planteado será, por lo tanto, un enunciado –una proposición, no una idea o una creencia–, cuya verdad o falsedad se desconoce inicialmente: de allí su carácter hipotético. Habitualmente se trata de un enunciado general, de una ley que tentativamente se supone verdadera, *con el valor de una apuesta que inicia el juego de la ciencia* –que consiste en intentar corroborarla o refutarla–, y *que mantendrá su vigencia mientras no se demuestre su falsedad.*

Las reglas del juego son, según Popper, las que fija la lógica *deductiva*. Al introducirlas como única forma inferencial en el seno de la ciencia elude el riesgo de hacer, de ésta, una actividad injustificada, irracional, puesto que sus principios son auténticas leyes lógicas, cosa que no sucede con el principio que guía a la inducción.⁹

Aparecen entonces con nitidez algunas consecuencias impensadas, que el método *H-D* acepta, y que pueden ser consideradas paradójales a la

⁸ Creían evitar así el subjetivismo o el psicologismo.

⁹ Puede demostrarse fácilmente por tablas de verdad el que una inferencia deductiva no tenga casos falsos –sea una tautología–, y por consiguiente sea una forma válida de razonamiento. Incidentalmente, es necesario mencionar que el I-ID presupone la identificación de la racionalidad con la lógica formal, que posibilita la crítica efectiva del conocimiento. Por fuera de sus reglas, dirá Popper, campea la irracionalidad, y la pseudociencia.

luz del sentido común y de la anterior metodología inductivista. Tienen que ver con las posibilidades que la lógica asigna a su contrastación, posibilidades que introducen entre ellos una asimetría esencial en la verificación y en la refutación.

Pasemos a considerarla. Para ello, permítaseme hacer algunas precisiones acerca de la notación lógica de los enunciados, y de la inferencia deductiva.

Una hipótesis, una ley general del tipo "todos los animales a los que se quita el páncreas (pancreatoprivos) desarrollan diabetes", poseía tradicionalmente la siguiente forma lógica, en la notación de Aristóteles:

"Todo S es P ".

Con ella se expresa que todo sujeto S , al que se refiera, tiene la propiedad P . Con esa forma lógica es posible expresar todos los enunciados generales, con el simple expediente de reemplazar las variables S y P por las constantes que deseemos. Si S se reemplaza por "hombres" y P por "mortales", obtenemos el enunciado:

"Todos los hombres son mortales".

O reemplazando S por "perros pancreatoprivos" y P por "diabéticos", obtenemos:

"Todos los perros pancreatoprivos son diabéticos".

En lógica cuantificacional moderna, la *forma* general de una ley científica se expresa de la siguiente manera:

$$(x) (Px \text{ ————— } \rightarrow Qx)$$

que se lee: "para todo valor de x , si x posee la propiedad P , poseerá la propiedad Q ".

En nuestros ejemplos: "para todo x , si x es hombre, x es mortal", o "para todo x , si x es un perro pancreatoprivo, entonces es diabético". El *todos* se indica mediante el cuantificador universal (x). ¿Por qué esta complicación? ¿Por qué, en vez de recurrir a la notación lógica, no usamos directamente el ejemplo de los perros sin páncreas –o cualquier otro– en lenguaje ordinario?

Porque de esta manera quedaría oculto que *todas las leyes científicas poseen la misma forma lógica*, y que es posible deducir de ellas con el rigor y la precisión del cálculo proposicional y cuantificacional, sin las imprecisiones o los equívocos del lenguaje común.

Como las tesis del método hipotético-deductivo son derivadas de la lógica, quisiera introducir una notación más, que se refiere a aquellos enun-

ciados en los que se sostiene que *hay* un individuo o un número corto de individuos que poseen ciertas características.

Para ello, *cuantificamos existencialmente*:

$(\exists x) (Px \rightarrow Qx)$, siendo $(\exists x)$ el cuantificador existencial.

Su lectura es la siguiente: existe al menos un x que si posee la propiedad P , poseerá la propiedad Q .

Nuevamente: "existe al menos un x , tal que si x es pancreatoprivo, x es diabético".

La relación que en ciencia se establece entre ambos enunciados, el cuantificado universalmente y el cuantificado existencialmente, es de suma importancia, pues es mediante los segundos que ponemos a prueba a los primeros.

El argumento consiste en que *un enunciado cuantificado universalmente es contradicho por un enunciado cuantificado existencialmente* –y recordaremos aquí que el intento popperiano *consiste en establecer las condiciones en que una ley debería considerarse refutada*, es decir, impugnar los hechos; en lenguaje lógico:

$(\forall x) (Px \rightarrow Qx)$ se opone a $(\exists x) (Px \wedge \neg Qx)$

Si todos los perros sin páncreas deben desarrollar diabetes, esta afirmación se contraría diciendo que "existen perros que no tienen páncreas y no desarrollan diabetes". Más aún, la ley (enunciado de inexistencia, de *no hay* perros sin páncreas que no sean diabéticos) se puede transcribir de una manera negativa, *prohibiendo* que los perros sin páncreas dejen de volverse diabéticos — en lugar de transcribirla de forma positiva, exigiendo que sí lo hagan: que todo can pancreatoprivo termine con su glucemia por las nubes.

Las leyes prohíben que ocurra aquello que las contraría: prohíben enunciados existenciales incompatibles con lo que prescriben.

De esta manera, si aquello que estipula el enunciado existencial sucede, la ley queda refutada.

Los enunciados singulares, que escribiremos de una manera genérica como Qx , función proposicional que ha lugar reemplazando con la x variable al enunciado singular Qa , son enunciados acerca de propiedades observables Q , atribuibles a un individuo, que sucede en una región específica del espacio y el tiempo; y permiten sostener –o no– al enunciado existencialmente cuantificado que prohíbe la ley, y entonces, refutarla — o bien, que ese no sea el caso.¹⁰

¹⁰ Añadiremos algunas precisiones acerca la fórmula que acabamos de presentar, y de la que hemos dicho que constituye la forma lógica de las leyes para la tradición epistemológica que esta-

El enunciado singular o básico describe un hecho efectivamente acaecido, verifica un enunciado existencial, y refuta a uno universal.

Una vez más, "el perro es pancreatoprivo y no desarrolla diabetes" verifica a "hay perros pancreatoprivos sin diabetes", refutando al equivalente lógico del primero, "todos..."

Las características lógicas de ambos enunciados cuantificados permitirán a Popper sostener una asimetría entre ellos: el *universal* es *imposible de verificar* –esperanza nunca perdida por los neopositivistas– *puesto que se refiere a algo que pasa en todo tiempo y lugar*, y no existe posibilidad

mos analizando, la derivada del Círculo de Viena (tradición en la cual comprenderemos también a Karl Popper):

Hemos introducido:

1) Px

Representaremos a "Sócrates es mortal", "el perro no tiene páncreas", etc., en las que se afirma algo de un individuo, mediante una letra mayúscula para la propiedad, M , Q , etc., y una minúscula para el individuo: a , b , c , etc., tal que Pa pueda representar, por ejemplo, la índole mortal P del sujeto a Sócrates.

Px es la forma general, el esquema general de todas estas proposiciones, que no es en sí misma una proposición a menos que se cambien sus variables por constantes, x por sus, valores.

2) $Px \rightarrow Qx$

El signo $\rightarrow$ interpuesto entre Px y Qx se lee si... entonces...: si Px , entonces Qx .

Indica un conectivo lógico entre ambos esquemas de proposiciones, que prohíbe explícitamente que se dé Px y no se dé Qx . Es decir, Px va seguido siempre de Qx .

Para el análisis lógico de la ciencia, el uso del condicional expresa una característica importante de las leyes, ya que afirma que sólo únicamente si se da una circunstancia, la primera del condicional, debe darse la segunda. Merced a él, la causalidad es sólo una conexión entre hechos sucesivos sin apelar a una necesidad metafísica.

3) (x)

Una de las formas de transformar en proposición auténtica a una forma proposicional es cambiando sus variables por constantes. Otra, que presentamos aquí, consiste en *ligar* sus variables mediante una cuantificación.

(x) es la escritura del cuantificador universal, leyéndose: para todo valor de x , o para todo x .

Indica la universalidad de lo escrito a continuación.

4) $(\exists x)$

También ligamos las variables si las cuantificamos existencialmente, mediante el cuantificador existencial $(\exists x)$, que debe leerse: existe al menos un tal x que (x) ($Px \rightarrow Qx$)

Es el condicional cuantificado universalmente, la forma acabada de la ley científica, y que se lee:

Para todo x , si se da que x posee la propiedad P , deberá poseer la propiedad Q .

5) $(\exists x) (Px \rightarrow Qx)$

Es el condicional cuantificado existencialmente: "Existe al menos algún x , tal que si presenta la propiedad P , deberá presentar la propiedad Q ".

6) $(\exists x) (Px \wedge \neg Qx)$

Es el enunciado cuantificado existencialmente que está en relación de contradicción con el universalmente cuantificado: "Existe algún x , tal que presenta la propiedad P y no presenta la propiedad Q ".

7) $\neg(\exists x) (P \wedge \neg Qx)$

Es un enunciado cuantificado existencialmente, que prohíbe que suceda el existencial contradictorio al universal. Puede tomarse como equivalente al universal, como equivalente a la ley.

alguna de explorar todas las regiones, en todos los tiempos para certificar que lo que dice el enunciado es verdadero. No es posible quitar el páncreas a todos los perros, avanzando y retrocediendo en la historia, hasta el principio y el final de todos los perros, para comprobar que efectivamente *todos* ellos desarrollan diabetes.

En cambio, es *sencillo de refutar*: basta que encontremos *un solo perro* que no desarrolle diabetes, para decir, con razón, que la ley estudiada es falsa — ya que en tal caso resulta falso que todos los perros pancreatoprivos sean diabéticos.

¿Dice algo de su verdad un número elevado de perros pancreatoprivos y diabéticos, *sin que haya excepción hasta el momento*? Luego contestaremos este interrogante.

En cambio, los enunciados *son imposibles de refutar*. Pensemos que si digo "existe una sustancia que cura el cáncer", aunque haya explorado innúmeras sustancias que no lo curen, no puedo excluir que en el futuro no encuentre alguna que sí lo haga.

Y son totalmente verificables: basta con encontrarla una sola vez, la primera, para que el enunciado sea verdadero.

Estos enunciados existenciales, fácilmente verificables, son los que van a controlar la verdad o falsedad de las leyes.

En medicina, enunciados de este tipo juegan un papel por su cuenta, no sólo para comprobar leyes, sino porque resultan interesantes de por sí. El ejemplo dado es una muestra: no es trivial la pregunta por si existe una sustancia que cure el cáncer. Recordemos que Erlich postuló la existencia de una sustancia que fuera nociva para las bacterias e inocua para el organismo humano, y por consiguiente combatiera las infecciones sin dañar. Durante largos años persistió en la búsqueda, *sin pensar que los continuos fracasos estaban refutando su hipótesis existencial*, para finalmente conocer el éxito al encontrar el primer quimioterápico, las sulfamidas, que iniciaron la era antibacteriana moderna

Retengamos estas asimetrías, que se van a profundizar y aclarar mientras continúa la exposición de los fundamentos del método hipotético-deductivo.¹¹

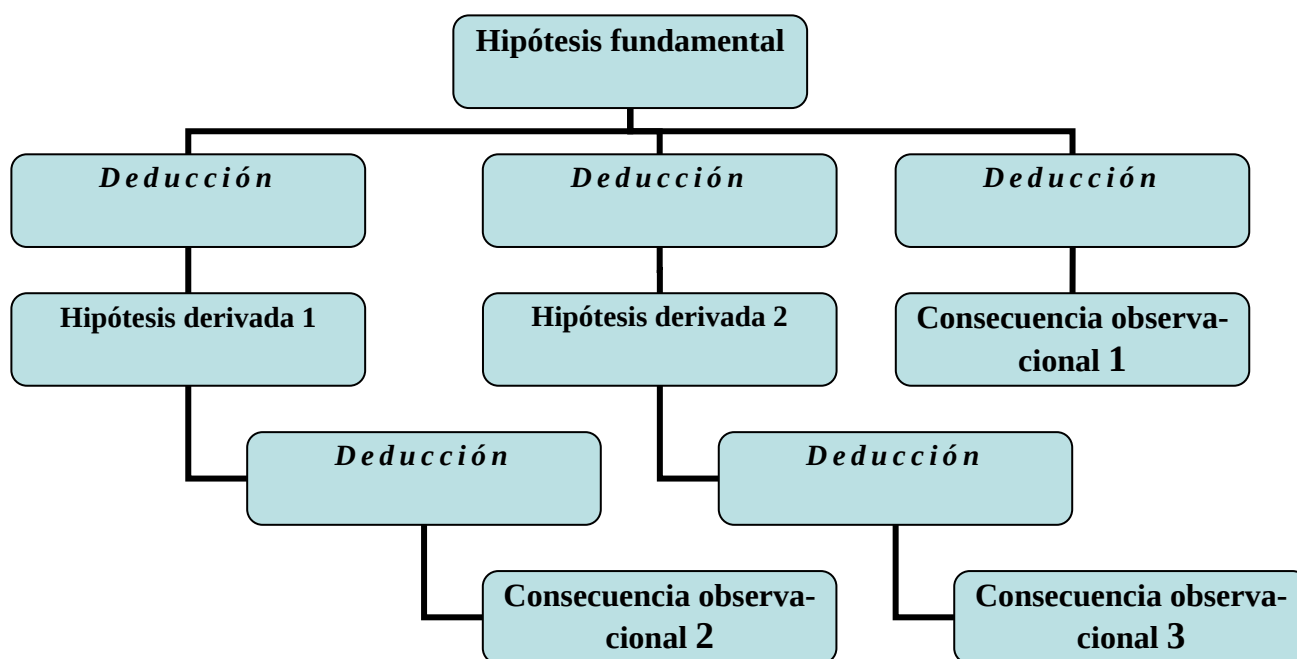
¹¹ Hemos seguido lo más fielmente, posible la versión popperiana del método hipotético-deductivo, prefiriéndola a las exposiciones que —muy posteriormente— hicieron Hempel u otros autores que, provenientes del neopositivismo al que Popper ataca en sus escritos, terminaron asimilando sus críticas y adoptaron una variante atenuada del hipotético-deductivismo, en cuanto a la contrastación de hipótesis. Aceptaron lo hipotético tanto de leyes como de enunciados básicos, y la refutación de enunciados generales mediante el *modus tollens* —aunque tratando de arrimar alguna credibilidad a las leyes mediante apoyos inductivos, y quizás albergando alguna duda con respecto a que los enunciados básicos fueran siempre sólo hipótesis— ya hacia 1936. De Popper hemos tomado la terminología, "traduciendo" sus enunciados "estrictamente universal" y "estrictamente existencia", como *cuantificados universalmente* y *cuantificados existencialmente*, respectivamente. En su texto *La lógica de la investigación científica*, los describe como de *todos* o de *algunos*, y le sir-

2.5. Funcionamiento esquemático del método hipotético-deductivo.

El método comienza, pues, con las *hipótesis fundamentales*. Son conjeturas a las que se llega mediante un proceso *intuitivo*, y que consisten, mayoritariamente –salvo algunos ejemplos como los anteriormente dados acerca de sustancias curativas– en enunciados generales, cuantificados universalmente.

Si deducimos a partir de estas hipótesis, llegamos a *hipótesis derivadas*. Algunas de estas estarán todavía cuantificadas universalmente, otras lo estarán existencialmente. Cuando lleguemos a este punto –hipótesis cuantificadas existencialmente– ya sea desde la hipótesis fundamental directamente, ya sea desde hipótesis derivadas *todavía universales*, llamaremos a estas hipótesis *consecuencias observacionales* de la hipótesis fundamental, que serán los enunciados de Nivel I a partir de los cuales contrastarla.

El conjunto de las hipótesis fundamentales, las derivadas, y las consecuencias observacionales forma un entramado deductivamente interconectado, que por ese motivo recibe el nombre de *sistema hipotético deductivo*.



Las consecuencias observacionales pueden compararse directamente con la realidad, contrastarse *directamente* – al contrario de las hipótesis

ven para demostrar su asimetría en la contrastación. Menciona asimismo a los enunciados básicos, que llama enunciados existenciales singulares y que son enunciados acerca de propiedades observables, atribuibles a un individuo que sucede en una región específica del espacio y el tiempo.

fundamentales. que sólo son contrastables *indirectamente*: a través de éstas.

Un enunciado existencial, de Nivel I, se cumple o no se cumple, y contestar observando la naturaleza si esto sucede debería ser sencillo: ver, por ejemplo, si efectivamente el perro Fido se vuelve diabético luego de extirparle el páncreas.

El sistema hipotético-deductivo forma una serie de estratos: más abstractos y generales los superiores, más concretos y singulares los inferiores. Y debido a las características de la deducción, la verdad o falsedad del estrato inferior –sus consecuencias observacionales– permiten inferir acerca de la verdad o falsedad de los superiores.

Consideremos qué sucede con la hipótesis fundamental si la consecuencia observacional es verdadera.

Aparentemente, la respuesta más inmediata sería que la hipótesis fundamental ha de tenerse también por verdadera. Sin embargo, la lógica nos recuerda que no podemos decirlo, puesto que la verdad de las consecuencias no dice nada acerca de la verdad de la hipótesis fundamental. O, para decirlo de otra manera, que es posible que de premisas falsas, usando un razonamiento correcto, se deriven consecuencias verdaderas. Esta afirmación sorprendente de la lógica suele olvidarse, y pensarse en consecuencia que la premisa, hipótesis fundamental, es verdadera, lo que constituye un error.

Veamos un ejemplo elemental para ilustrar el punto:

$$\begin{array}{r} 3 + 5 = 7 \\ 2 + 6 = 7 \\ \hline 3 + 5 = 2 + 6 \end{array}$$

Los dos primeros renglones son las premisas. La primera dice que tres más cinco es igual a siete, lo que es *falso*. La segunda dice que dos más seis es igual a siete, lo que es también *falso*. La línea que está por debajo de ambas premisas muestra que se ha efectuado una deducción, que ha consistido en lo siguiente: si dos términos son iguales a un tercero, son iguales entre sí. La *inferencia es correcta*, y permite sacar una conclusión: tres más cinco es igual a dos más seis, lo que es *verdadero*. Una conclusión verdadera, usando un razonamiento correcto, a la que se llegó desde premisas falsas.

La verdad de una consecuencia observacional *no permite*, pues, *afirmar que la hipótesis de la que se partió es verdadera*.

Veamos qué sucede si la consecuencia observacional es *falsa*.

En este caso, las reglas de la lógica nos indican que la *hipótesis de la que se partió es también falsa*.

Partimos de que la verdad se conserva a través de toda la cadena deductiva — pues deducir correctamente es esto: en caso de partir de premisas verdaderas, llegar a conclusiones también verdaderas. Si la conclusión es falsa, dado que desde la verdad siempre se llega a la verdad, la hipótesis debe ser necesariamente *falsa*. Paradójica enseñanza lógica, que lleva, con convicción indiscutible, a que las *leyes científicas tienen la característica de ser refutables, mas no verificables*.

Si existen numerosas consecuencias observacionales que son verdaderas, no por eso se agrega un ápice de verdad a la hipótesis primera. Seguirá por siempre sin poder afirmarse que lo es. En estas condiciones se dice algo más débil: se dice que está *corroborada*, lo que no quiere decir que sea más verdadera que antes, sino simplemente que en la contrastación no le ha pasado nada — no ha sido refutada, aunque la lógica nos indique que pudiera serlo en el futuro.

Dirá Claude Bernard:

"Todas las teorías, que sirven de punto de partida para los físicos, químicos y con más razón aún para los fisiólogos, son ciertas hasta tanto se descubran hechos que no incluyen o que las contradicen. Cuando hallamos un hecho que contradice una teoría interesante, tenemos que aceptar el hecho y abandonar la teoría aun cuando la teoría esté apoyada por grandes hombres y aceptada generalmente."¹²

Otra consecuencia paradójica de la estructura lógica de los enunciados generales y los existenciales, y sus mutuas relaciones, es que si, como hemos considerado, lo único que podemos hacer con las leyes es intentar refutarlas, ya que su verificación es imposible, tanto en los hechos como lógicamente; y dividimos a los enunciados existenciales básicos de la teoría en aquellos que la confirman y aquellos que pudieran refutarla o contradecirla, para su contrastación severa el científico debe optar por aquellos que explícitamente prohíbe la teoría puesta a prueba, *mediante los enunciados que pudieran refutarla*.

Es sencillo encontrar enunciados que afirmen una teoría, cualquiera sea ella. Las pruebas positivas abundan, incluso con respecto al valor curativo de creencias míticas o religiosas. Cuando leemos el supuesto valor curativo de los sacerdotes de Esculapio o de las peregrinaciones al gauchito Gil, pensamos en los placebos, más que en una teoría de la curación por milagros. Por el contrario, *debemos pensar siempre en qué condiciones*

¹² Bernard, C., *op. cit.*, p. 202.

nuestra teoría podría ser falsa, y contrastarla por esos medios. Sólo las refutaciones fallidas tienden a confirmar la teoría, convirtiéndose así en casos confirmatorios.

A la pregunta del inductivista de cómo justificamos las leyes por la experiencia, la respuesta del hipotético-deductivista es que *nunca* las justificamos. *Permanecen para siempre como hipótesis.* Sólo las contrastamos severamente tratando de refutarlas y, si fracasamos en este intento, comenzamos a *usarlas* en la práctica científica, sin considerarlas verificadas, puesto que pueden ser refutadas más adelante.

Las usamos ya por lo que dicen, por la relación que expresa y no tanto por aquello que prohíben; pero el uso constituye asimismo una contrastación permanente.

La falibilidad de las leyes, que supuestamente obteníamos de modo inductivo, hace decir a Hume que la inducción, y por consiguiente nuestro conocimiento, es injustificado, puesto que una inferencia no nos tendría que llevar desde la verdad de los enunciados básicos –enunciados acerca de sucesos observables– a leyes presuntamente falsas.

Al hipotético-deductivista este problema no le atañe. Sabe que las leyes son falibles, tanto como el inductivista. Pero esa falibilidad resulta de la íntima conexión lógica entre las leyes y la experiencia. No asciende por un método dudoso desde la experiencia a la teoría, sino que arranca de la teoría para contrastarla y, de esa contrastación, sólo puede resultar refutada. Lo que era un resultado insólito, anómalo, perturbador en la inducción, se transforma en uno necesario para el hipotético-deductivismo.

Inquirido por qué sostiene una ley, no contesta "porque la he visto cumplirse", sino "he intentado probar que era falsa, y en cada intento hasta ahora sólo comprobé que se cumplía".

Ejemplifiquémoslo con otra investigación realizada por Bernard, a la que iremos intercalando comentarios que mostrarán cómo esta metodología, sugerida en 1934 por Karl Popper, es apta para describir experiencias fisiológicas relatadas en 1865 — fecha en que fue expuesta sin los argumentos lógicos, por Claude Bernard, iniciador de la fisiología moderna:

"Por el año 1846 deseé hacer experimentos sobre la causa del envenenamiento por monóxido de carbono. Sabía que este gas había sido descrito como tóxico, pero no sabía nada acerca del mecanismo de su envenenamiento; por lo tanto no podía tener una idea preconcebida. ¿Qué había que hacer entonces? Tenía que dar origen a una idea haciendo aparecer un hecho, a saber haciendo otro experimento para ver. Envenené a un perro haciéndole aspirar monóxido de carbono y después de la muerte le abrí el cuerpo. Miré el estado de los órganos y flúidos. Lo que

llamó mi atención inmediatamente era que su sangre era escarlata en todos los vasos, tanto en las venas como en las arterias, en el corazón derecho como en el izquierdo. Repetí el experimento con conejos, pájaros y ranas y siempre hallé el mismo color escarlata de la sangre. Pero tuve que interrumpir aquella investigación, y durante largo tiempo no hice uso de dicha observación, con la excepción de citarla en mi curso, a propósito de la coloración de la sangre."¹³

El "experimento para ver" no es la observación ingenua del empirismo. Al contrario, surge de dirigir hacia un sector de la realidad la atención orientada por un problema (el envenenamiento por monóxido de carbono) y, en el interés de resolverlo, establecer una regularidad empírica (la coloración escarlata de la sangre) recién después de un número suficiente de experiencias, y de variarlo, explorando distintas especies animales. Todavía esto no establece la causa del envenenamiento. Apenas es material empírico, datos, para sugerir hipótesis, como veremos luego:

"En 1856 nadie había llevado el experimento más adelante y en mi curso en el Colegio de Francia, acerca de las sustancias tóxicas y medicinales, me dediqué de nuevo al estudio del envenenamiento por monóxido de carbono que había comenzado en 1846. Me hallé en una situación confusa, porque en aquella época sabía que el envenenamiento con monóxido de carbono pone la sangre escarlata en todo el sistema circulatorio. Tuve que hacer hipótesis y establecer una idea preconcebida acerca de mi primera observación, con el fin de seguir adelante. Ahora, reflexionando saber el hecho de la sangre escarlata, traté de interpretarlo mediante mi conocimiento anterior de la causa de color de la sangre. Entonces todas las reflexiones siguientes se presentaron ante mi mente. El color escarlata, dije, es peculiar a la sangre arterial y está relacionado con la presencia de una gran cantidad de oxígeno, mientras que el color oscuro corresponde a la falta de oxígeno y a la presencia de una mayor proporción de ácido carbónico; por lo tanto, se me ocurrió la idea de que el monóxido de carbono, al mantener escarlata la sangre venosa, podía quizás haber impedido que el oxígeno se transformase en ácido carbónico en los capilares. Pero me costaba trabajo entender cómo podía ser ésta la causa de la muerte. Pero continuando mi razonamiento preconcebido anterior, añadí: si es cierto, la sangre tomada de las venas

¹³ *Ibid.*, p. 197. Accesible gratuitamente por Internet en <http://books.google.com/> Se lo ubica allí buscando "Introducción al estudio de la medicina experimental", por Claude Bernard. Este "Quinto ejemplo" ocupa las páginas 354-349 de la edición de 2005 dirigida por Pedro García Barreno, publicada por Editorial Crítica SL, Barcelona, y Fundación Iberdrola, que trae también un importante prólogo.

de los animales envenenados con monóxido de carbono debe contener el mismo oxígeno que la sangre arterial; hay que ver si esto es así."¹⁴

La sangre escarlata encontrada en los experimentos anteriores, y el saber que el color escarlata se presenta en la sangre arterial, sugieren la hipótesis, en la que hay un salto creativo como lo quieren Carnap y Popper, y no una simple generalización de hechos: en la sangre venosa debiera haber oxígeno no consumido. Diseña a continuación el experimento para contrastarla:

"Siguiendo este razonamiento, basado en la interpretación de mi observación, probé un experimento para verificar mi hipótesis en cuanto a la presencia de oxígeno en la sangre venosa. Pasé una corriente de hidrógeno a través de la sangre venosa escarlata tomada de un animal envenenado con monóxido de carbono, pero no pude liberar el oxígeno como de costumbre. Traté de hacer lo mismo con la sangre arterial; pero no tuve más éxito. Mi idea preconcebida era falsa, por lo tanto".¹⁵

La contrastación de la hipótesis del color escarlata por oxígeno es factible hacerla con una consecuencia observacional: debería poder desprenderlo en el curso de un experimento. Al no poder hacerlo, se refuta la hipótesis primera: la sangre no es escarlata por presencia de oxígeno, pero, a consecuencia de otra experiencia, tampoco lo es la arterial, resultado insólito, que obliga a replantear la cuestión explorando con nuevas hipótesis.



Claude Bernard (1813–1878)

¹⁴ *Ibid.*, pp. 197-198.

¹⁵ *Ibid.*, p. 198.

2.6. Mecanismo de refutación de hipótesis: el *modus tollens*. Permítaseme usar el ejemplo que nos relata C. Bernard para narrar el mecanismo lógico por medio del cual se refutan las hipótesis, mecanismo lógico que sigue una forma de inferencia válida conocida desde el medioevo, a la que se denomina *modus tollens*.

Analícemos, en el ejemplo de C. Bernard, su aplicación.

La hipótesis fundamental aquí, recordemos, es que la sangre tiene color escarlata por presencia de oxígeno. Si esto fuera así, entonces tendría que ser posible desprender abundante oxígeno de ella.

La unión, por medio de un condicional material, de la hipótesis con su consecuencia contrastadora –llenando los primeros puntos suspensivos del condicional material, "si ... entonces ...", con el enunciado "la sangre tiene color escarlata por oxígeno", y los segundos con "la sangre en este perro debe desprender oxígeno al pasar una corriente por ella"– forman la primera premisa de la inferencia.

El tercer enunciado es el resultado negativo del experimento: "No se desprende oxígeno".

Por comodidad, llamaremos al primer enunciado *A*, al segundo *B*, al tercero $\neg B$ (que se lee *no-B*).

Hasta el momento, tendremos así nuestras primeras premisas:

Si *A* entonces *B*

El *modus tollens* nos permite inferir válidamente de dos premisas, la segunda de las cuales es la negación del segundo término de un condicional, la siguiente: $\neg A$ (léase "no-*A*", o "no es el caso que sea *A*", o "*A* es falsa").

Con las dos premisas, refutamos la hipótesis fundamental de la que habíamos partido.

Quisimos insistir con este tópico, pues el *modus tollens* es el ariete con el que se refutan permanentemente las hipótesis, cualesquiera que ellas sean, de cualquier ciencia – o, incluso, del conocimiento ordinario.

Su escritura completa es como sigue:

Si *A*, entonces *B*
 $\neg B$

 $\neg A$

La línea debajo de las dos premisas indica que la siguiente proposición, $\neg A$, se infiere de ellas.

"-B" es el famoso enunciado básico refutador al que hacíamos alusión, que resulta de la negación de lo afirmado por la teoría, es decir la afirmación de aquello que la hipótesis a contrastar prohíbe.

2.7. Corroboración de hipótesis: falacia de afirmación del consecuente. Continuemos con el ejemplo de Claude Bernard:

"La imposibilidad de obtener oxígeno de la sangre de un perro envenenado con monóxido de carbono fue una segunda observación que sugirió una nueva hipótesis. ¿Qué podía haber ocurrido con el oxígeno de la sangre? No se había cambiado en ácido carbónico, porque yo no había liberado grandes cantidades de aquel gas al pasar una corriente de hidrógeno a través de la sangre de los animales envenenados. Además, aquella hipótesis era contraria al color de la sangre." [Recordemos que el oxígeno es reemplazado normalmente por ácido carbónico en el proceso de respiración de los tejidos, y era el responsable del color más oscuro de la sangre venosa.] "Me agoté en conjeturas acerca de cómo el monóxido de carbono podía hacer que el oxígeno desapareciese de la sangre; y cómo los gases se desplazan mutuamente; yo, naturalmente, pensé que el monóxido de carbono podía haber desplazado al oxígeno sacándolo de la sangre. Para saber esto decidí variar mi experimentación poniendo la sangre en condiciones artificiales que me permitirían recobrar el oxígeno desplazado. Por lo tanto, estudié experimentalmente la acción del monóxido de carbono en la sangre por el *envenenamiento artificial*. A este fin tomé una cierta cantidad de sangre arterial de un animal sano; puse esta sangre sobre el mercurio en un tubo de ensayo invertido que contenía monóxido de carbono; luego sacudí todo aquello para envenenar la sangre protegida del contacto con el aire exterior. Luego, al cabo de un intervalo, examiné si el aire del tubo de ensayo en contacto con la sangre envenenada había cambiado, y noté que el aire en contacto con la sangre se había enriquecido notablemente con oxígeno, mientras que había descendido la proporción de monóxido de carbono. Repetidos en las mismas condiciones, estos experimentos me enseñaron que lo que había ocurrido era un cambio, volumen por volumen, entre el monóxido de carbono y el oxígeno de la sangre. Pero el monóxido de carbono, al desplazar el oxígeno que había expulsado de la sangre, permaneció químicamente combinado con la sangre, y no podía ya ser desplazado por el oxígeno ni por los otros gases. Por lo tanto, aquella muerte se había producido por la muerte de los

glóbulos de la sangre, o en otras palabras, deteniendo su ejercicio de una propiedad fisiológica esencial a la vida".¹⁶

Repasemos lo que nos cuenta Claude Bernard.

Esta sangre, lo sabe ya, no contiene oxígeno suficiente para la vida. Como sólo se ha puesto en contacto con monóxido de carbono, formula la hipótesis de que este gas lo ha reemplazado. Diseña para ello un nuevo experimento, ya no *in vivo*, sino *in vitro*.

Si esto es así, al poner en contacto sangre con monóxido en un sistema cerrado, aún un poco de monóxido del tubo debe pasar a la sangre, y un resto del oxígeno al sistema cerrado. Esto es lo que ocurre realmente.

Establece luego que los intercambios de oxígeno por monóxido de carbono se hacen a volúmenes iguales, y asimismo que la combinación del monóxido con los glóbulos rojos, que son los que portan los gases, es sumamente estable – tan estable, que ya no se deshace: por este motivo debe probar su permanencia en la sangre por un método indirecto, el aumento de oxígeno y la disminución de monóxido en el sistema cerrado, y no en la sangre, pues de allí no puede sacarlo.

La primera premisa del razonamiento contrastador, que llamaremos A, dice: "Si en la sangre el monóxido de carbono reemplaza al oxígeno, en proporción suficiente para asfixiar al animal aunque sin que el oxígeno falte totalmente, entonces en el tubo de ensayo cerrado se soltará un resto de oxígeno, y disminuirá allí el monóxido de carbono que antes de introducir la sangre era el único gas".

La segunda premisa afirma que "en el tubo de ensayo aparece oxígeno y disminuye el monóxido de carbono" (premisa B).

Escribámoslo:

Si A, entonces B
–B

Con la línea indicamos estar dispuestos a hacer una inferencia. Pareciera obvio que pudiéramos decir en la conclusión: "A es verdadero": tiene todo el aspecto de ser una inferencia válida.

Pues no. No lo es. Sería una falacia lógica, conocida como *falacia de afirmación del consecuente*. No podemos afirmar la verdad de A conociendo la verdad de B.

¹⁶ Ibid, pp. 198-199; edición 2005 (Google Books), p. 357. El párrafo entre corchetes me pertenece

No existe, pues, manera de afirmar la *verdad* de la hipótesis, aunque el resultado del experimento sea positivo.

Se repite, con una nueva argumentación, y desde otro punto de vista, la asimetría entre la verificación y la refutación de teorías: *si ocurre* lo que supone la hipótesis, no se puede afirmar su verdad, so pena de incurrir en falacia lógica; pero, *si no sucede* lo que supone la hipótesis, esta es refutada por *modus tollens*.

Pero, ¿cómo pudiera no ser verdadera A?

Pudiera ser, por ejemplo, que el monóxido no hubiera penetrado en los glóbulos rojos, sino que permaneciera en su membrana y disuelta en el suero sanguíneo. A se haría en posteriores investigaciones más precisa y más ajustada a los hechos. Es perfectible, y aun cambiabile.

Así lo expresará Claude Bernard (*loc. cit.*, p. 200; pp. 357/8 de la ed. 2005):

"Las condiciones en que el monóxido de carbono actúa en la sangre pueden presentar otras complejas circunstancias y detalles que la teoría no predice todavía"

Dar la hipótesis A por verificada equivaldría a detentar afirmaciones últimas en ciencia, retirándolas del juego permanente de la contrastación, y ésa es una prohibición metodológica del hipotético-deductivismo. Las afirmaciones últimas, definitivas, no pertenecen al plano del conocimiento, ni de la ciencia.

La descripción que nos brinda Claude Bernard al final de las experiencias es asimismo ejemplar:

"Este último ejemplo, que he descrito muy brevemente, es completo; muestra, de un extremo a otro, cómo procediendo con método experimental logramos conocer la causa inmediata de los fenómenos. Para empezar, yo no sabía nada del mecanismo del fenómeno del envenenamiento con monóxido de carbono. Empecé un experimento para ver, es decir, para observar. Hice una observación preliminar de un cambio especial de la coloración de la sangre. Interpreté esta observación e hice una hipótesis que resultó falsa. Pero el experimento me proporcionó una segunda observación acerca de la cual razoné de nuevo, usándola como punto de partida para hacer una nueva hipótesis en cuanto al mecanismo por el cual se suprimía el oxígeno de la sangre. Construyendo hipótesis, una por una, de los hechos, tal como los había observado, finalmente logré mostrar cómo el monóxido de carbono reemplaza al oxígeno en una molécula de la sangre combinán-

dose con las sustancias de la molécula. Aquí el análisis experimental llega a su meta" (*íbidem*).

El método que hemos expuesto en este texto, con sus secuencias, se esquematiza de la siguiente manera:

- I) planteamiento del *problema*,
- II) formulación de la *hipótesis* que presuntamente lo resolverá,
- III) deducción a partir de la hipótesis de las *consecuencias observacionales* que lo han de contrastar con la realidad,
- IV) ideación de la *situación experimental* u observacional en la que se comprueba la verdad o falsedad de la consecuencia observacional,
- V) constatación de la *eventual verdad* de la consecuencia observacional, y en tal caso correlativa *corroboración* de la hipótesis, que seguirá contrastándose perpetuamente, ya sea en nuevas situaciones experimentales, ya sea en su uso posterior,
- VI) eventualmente también, comprobación de la *falsedad* de la consecuencia observacional, y por lo tanto *refutación*, esta vez, y ya en este punto, definitiva de la hipótesis en la precisa forma en que fue ensayada.

Se basa en la asimetría existente entre la refutación y la verificación de teorías, que tiene un triple origen:

- 1) imposibilidad real de recorrer una población completa, en todo tiempo y lugar, y constatar su verdad;
- 2) el hecho lógico de que *la verdad de las consecuencias no diga nada acerca de la verdad de las premisas*, como fundamento de la no verificación de las mismas, y la *conservación de la verdad en la deducción* como base para afirmar su refutación;
- 3) el uso correcto del *modus tollens*, inferencia válida que permite *refutar* hipótesis, y la *inexistencia de un mecanismo inferencial semejante para su verificación*: al contrario, se cae en falacia de afirmación del consecuente cuando se pretende hacerlo.

Hemos expuesto hasta ahora lo que se conoce como *versión ingenua del método hipotético-deductivo* o *refutacionismo ingenuo*, ya que así no actúa la ciencia, ni se refutan hipótesis.

Es, sí, un modelo reducido y cómodo para comenzar a ver cómo funciona la ciencia, que es necesario complicar a fin de intentar captar la realidad de la investigación.

Por el momento, señalemos que incluso en nuestro esquema hemos introducido la *situación experimental*, que ya no es un hecho lógico. A partir de ella se plantean dificultades, que consideraremos y resolveremos pos-

teriormente, en lo que llamaremos *versión sofisticada del método hipotético-deductivo* o *refutacionismo sofisticado*.

Ni Karl Popper ni Claude Bernard –a quien hemos presentado exponiendo el método hipotético-deductivo casi setenta años antes que lo conociera la comunidad filosófica por los escritos de Popper, quien declaró no haber conocido los trabajos de éste, cuando explícitamente se le remarcó la coincidencia, en ocasión del homenaje a sus sesenta años– nunca fueron refutacionistas ingenuos.

Bibliografía

- Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959; ed. dirigida por Pedro García Barreno, Barcelona: Editorial Crítica SL y Fundación Iberdrola, 2005.
- Bunge, M., *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1971.
- Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969.
- Cohen, M. y E. Nagel, *Introducción a la lógica y al método científico*, Buenos Aires, Amorrortu, 1973.
- Hume, D., *Tratado de la naturaleza humana*, Buenos Aires, Paidós, 1974. *An Enquiry Concerning Human Understanding*, Sección IV, citado por Blanché, R., *El método experimental y la filosofía de la física*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, pp. 493-503.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Lakatos, I., "La falsación y la metodología de los programas de investigación científica", en: Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.
- Nagel, E., *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1973.
- Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973.
- Suppe, F., *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, Editora Nacional, 1974.
- Suppes, P., *Introducción a la lógica simbólica*, México, CECSA, 1981.
- Wittgenstein, L., *Tractatus Logico-Philosophicus*, Madrid, Alianza, 1981.



Capítulo 3

Versión liberalizada del método hipotético-deductivo

En páginas anteriores habíamos expuesto los problemas metodológicos a los que se arriesgaba el inductivismo, derivados de la imposibilidad lógica –y fáctica– de justificar los enunciados generales –las leyes– mediante enunciados singulares, que describían hechos. Con ello se desbarataba la noción de que la ciencia era una empresa que "ascendía" inductivamente de lo observable, del mundo inmediato de los hechos, hasta la teoría.

El hipotético-deductivismo –*refutacionismo*– había aceptado estas conclusiones para sentar sobre nuevas bases a la ciencia: *dado que las leyes no surgen de lo observable, la ciencia consiste en inventar leyes como solución a problemas de la realidad*. Una hipótesis es esto, una respuesta tentativa, en la forma de un enunciado general; una ley, que trataremos bajo todos los medios de refutar. Y si no lo conseguimos, no diremos que es verdadera; simplemente la aceptaremos y la usaremos cotidianamente en nuestra labor científica, hasta que un nuevo hecho consiga, finalmente, refutarla. La aceptación natural del falibilismo inherente a nuestro mejor conocimiento hace que, pese a lo útil que se haya revelado en el pasado, nunca dejemos de considerarla como hipotética.

Este núcleo fuerte de convicciones del hipotético-deductivismo se esquematiza mediante la siguiente sucesión de pasos:

- I) problemas,
- II) formulación de hipótesis,
- III) intento serio de refutarlas por sus consecuencias lógicas (enunciados singulares),
- IV) rechazo de la hipótesis si lo observado en la naturaleza la desmiente,
- V) su aceptación provisional si aquello no sucede (corroboración de la hipótesis contrastada),
- VI) y sin embargo seguir considerándola una hipótesis, susceptible de posterior refutación posible, pese a no estar actualmente desmentida.

La esquematización posee una forma lógica deductivamente organizada –el conocimiento científico caracterizado por la lógica proposicional y cuantificacional– y daba lugar a lo que habíamos llamado refutacionismo ingenuo. Este, por vía de adiciones y correcciones, podía ser transfigurado en refutacionismo sofisticado: la estructura *real* del método propuesto por K. Popper y C. Bernard.

En cambio, el refutacionismo *ingenuo*, también llamado *dogmático*, no posee esa estructura lógica real, y provendría de una incorrecta simplificación del pensamiento de ambos autores. Empezaremos a contrastar esa incorrecta simplificación y la estructura lógica real del método: el refutacionismo sofisticado.

Aquel dogmatismo o ingenuidad consiste en lo siguiente. En esa versión ingenua, al derivar de la hipótesis fundamental mediante deducción enunciados observacionales, algunos de Nivel I, que pueden ser contrastados directamente con la realidad y, por lo tanto, ser declarados verdaderos o falsos –enunciados observacionales, pues, que constituyen la *base empírica* de la hipótesis–, estos en caso de ser falsos la *refutarán* inexorablemente. Pero lo ingenuo es esperar que, ante ello, los científicos desechen de plano su hipótesis. Ingenuamente podemos pensar que correspondería descartarla del todo. Recordemos que si los enunciados observacionales eran falsos, también era falsa necesariamente la hipótesis de la que partió la cadena deductiva; pero la ingenuidad consiste en suponer que es consecuente obligación del científico acatar este dictado –este *No* de la naturaleza– abandonando *del todo* la hipótesis propuesta. Un *No* es aquí totalmente refutatorio, sí; pero la ingenuidad consiste en suponer que la ciencia real abandona de inmediato y del todo la hipótesis.

Aun cuando podamos considerarlo dogmático, el refutacionismo ingenuo representó un avance frente al inductivismo, en la medida en que este *obligaba a partir de hechos desnudos y a construir teorías verdaderas a partir de ellos*. Tres pretensiones (partir de los hechos, inducir, y llegar a la verdad) que constituían niveles de exigencias imposibles de cumplir al revelarse desvinculados de la realidad de la investigación. Frente a ellos incluso el refutacionismo dogmático representó una liberación para los científicos.

Ya hemos comentado largamente las dificultades de la inducción, y la imposibilidad de estimar lógicamente verdaderas a las teorías.

Consideremos brevemente la necesidad de "partir de los hechos". Rigurosamente impuesta, tendería a limitar la labor científica a efectuar correlaciones estadísticas, cuando las leyes más interesantes de la ciencia las exceden, introduciendo términos que no se encuentran en la observación "directa" del inductivista. Contra ese inductivismo reacciona Popper. Son términos de una potencialidad explicativa enorme, que conducen al conocimiento de mundos ignorados para aquel que simplemente observa: los mundos del microscopio y del telescopio, el mundo atómico, el genético, etcétera.

Popper, aun leído ingenuamente, rompe la relación entre hechos y teoría, invirtiéndola: ahora la dirección es de la teoría a los hechos, y al re-

encaminar así el curso investigativo da lugar a la creatividad, a la invención científica por encima del mundo cotidiano en el que nos movemos.

Veamos cómo lo expresa:

"Pero si me ordena 'registre lo que experimenta ahora', apenas sé cómo obedecer a esta orden ambigua: ¿he de comunicar que estoy escribiendo, que oigo llamar un timbre, vocear a un vendedor de periódicos, o el hablar monótono de un altavoz? (...) Incluso si me fuera posible obedecer semejante orden, por muy rica que fuese la colección de enunciados que se reúnen de tal modo, jamás vendría a constituirse en una *ciencia*: toda ciencia necesita un punto de vista y problemas teóricos".¹⁷

Popper constata que *los sentidos están abiertos a una infinidad de estímulos, a innúmeros hechos que solicitan nuestra atención, y que su registro indiscriminado mostraría un conjunto incoherente*, tan incoherente como la enciclopedia del emperador chino de que nos habla Borges, donde "los animales se dividen en a) pertenecientes al emperador, b) embalsamados, c) amaestrados, d) lechones, e) sirenas, f) fabulosos, g) perros sueltos, h) incluidos en esta clasificación, i) que se agitan como locos, j) innumerales, k) dibujados con un pincel finísimo de pelo de camello, l) etcétera, m) que acaban de romper el jarrón, n) que de lejos parecen moscas".¹⁸ Incluso a un nivel tan bajo de conceptualización científica como son las clasificaciones, éstas deben hacerse de acuerdo a puntos de vista que seleccionen los hechos relevantes.

Para el hipotético-deductivismo las hipótesis son auténticas creaciones del intelecto humano, y los hechos son seleccionados por ellas entre los infinitos hechos posibles, según la probabilidad que tengan de ponerla a prueba. *El corsé de acero del inductivismo ha sido roto*, y el científico respira una nueva libertad.

Pero el hipotético-deductivista ingenuo cree en los hechos a pie juntillas, *tanto como el empirista más empecinado*; y cree que los hechos refutan las hipótesis sin más.

Leamos ahora el siguiente experimento de C. Bernard, y tratemos de encuadrarlo en esta metodología:

"Hace mucho tiempo anuncié un experimento que sorprendió grandemente a los fisiólogos: el experimento consiste en pro-

¹⁷ Popper, K., *Logik der Forschung*. Trad. castellana: *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973, p. 101. Hay bajadas gratuitas de la Red en varios repositorios, por ejemplo <http://www.scribd.com/doc/6827325/Karl-R-Popper-La-logica-de-la-investigacion-cientifica> y <http://www.esnips.com/doc/1c7af4b9-3f73-4364-bca3-ddb0d2f2da45/Karl-R.-Popper---La-logica-de-la-investigacion-cientifica>

¹⁸ Borges, J., "El idioma analítico de Wilkins", en *Otras inquisiciones*, Buenos Aires, Emecé, 1960, p. 142.

ducir a un animal la diabetes artificial mediante la puntura de la base del cuarto ventrículo. Yo me sentí llevado a probar esta punción como resultado de consideraciones teóricas que no necesito recordar; todo lo que necesitamos saber aquí es que lo logré a la primera tentativa, a saber, que el primer conejo que operé se puso notablemente diabético. Pero luego hice el experimento repetidas veces (8 ó 10), sin obtener los mismos resultados. Entonces me hallé en presencia de un hecho positivo y de ocho o diez hechos negativos; sin embargo, nunca pensé en negar mi primer experimento positivo en favor de los experimentos negativos subsiguientes. Totalmente convencido de que mis fracasos se debían a que no conocía las verdaderas condiciones de mi primer experimento, persistí en mis trabajos tratando de descubrirlas. Como resultado, logré definir el lugar exacto de la punción y mostrar las condiciones en que debería colocarse el animal que había que operar; de modo que hoy podemos reproducir la diabetes artificial, siempre que nos coloquemos en las condiciones que sabemos que son necesarias para su aparición".¹⁹

Claude Bernard muestra claramente cómo el experimento surge de la teoría, y no a la inversa ("yo me sentí llevado a probar esta punción como resultado de consideraciones teóricas que no necesito recordar"); y muestra además su tenacidad en persistir en la hipótesis primera, pese a repetidas situaciones refutatorias. Luego va a argumentar –y suponemos que debe haberse visto frente a tales situaciones en el curso de sus extensas investigaciones– que debe *perseverarse* incluso en ausencia de un primer éxito casual como el que menciona:

"Voy a añadir a lo anterior una reflexión que muestra cuántas fuentes de error pueden rodear a los fisiólogos en la investigación de los fenómenos vitales. Voy a suponer que en lugar de lograr inmediatamente poner diabético al conejo, habían aparecido al principio todos los hechos negativos; resulta claro que, después de fracasar dos o tres veces, debería haber llegado a la conclusión que la teoría que me servía de guía era falsa, y que la punción del cuarto ventrículo no producía diabetes. Pero habría estado equivocado: ¡con cuánta frecuencia se han debido equivocar los hombres y se deben equivocar aún a este respecto!" (*íbidem*).

No piensa, en el relato anterior, que su teoría esté refutada porque el experimento no sale más de ocho veces. Ahora nos dice que tampoco la hubiera considerado así, aunque hubiera salido mal la experiencia dos veces, incluso en ausencia de un éxito casual que animara a seguir el camino

¹⁹ Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959, pp. 212-213; Barcelona, Edit. Crítica SL y Fundación Iberdrola, 2005, pág. 373.

emprendido. Y si lo hubiera hecho, si hubiera pensado que la confrontación con la naturaleza la refutaba, hubiera estado en un error. *Es decir, si hubiera seguido los dictámenes del refutacionismo ingenuo, hubiera cometido un error, hubiera impedido el avance del conocimiento científico.*

Luego analizaremos que existe cierta circunstancia, una que parte de la situación experimental, que hace que el refutacionismo directo, dogmático, sea un *error metodológico*. C. Bernard va a indicarnos otro motivo para apartarse de esta metodología, cuando añade, enigmáticamente:

"Queremos sacar de este experimento otra conclusión general que será corroborada por los ejemplos subsiguientes, a saber, que *los hechos negativos cuando se consideran aisladamente, nunca nos enseñan nada*".²⁰

Examinaremos ahora este doble cuestionamiento a la refutación inmediata dogmática, que surge de:

- 1) la existencia del experimento;
- 2) el análisis de lo que constituye el "hecho".

1. Problemática introducida por la situación experimental

¿Qué sucede cuando entre la consecuencia observacional y su refutación (o verificación) que refuta (o corrobora) a la hipótesis originaria se interpone, con toda necesidad, el experimento, o en los casos más simples, la sencilla observación? Sucede que se agregan *al menos dos factores más que la mera relación lógica entre enunciados*, de la que parte el refutacionismo ingenuo; dos factores no contemplados por éste y que marcan la diferencia entre el rigor vacío de la lógica y el encuadre de la realidad por marcos conceptuales, que efectúan las ciencias empíricas, naturales y sociales.

El primero es que el experimento es una situación compleja, que introduce *hipótesis adicionales* acerca de diversas situaciones tales como:

I) el *número de variantes relevantes*: en el caso relatado por Cl. Bernard, lo era el suponer que la sola punción de *un* sitio específico del cuarto ventrículo producía diabetes;

II) características del *material de trabajo*: el animal, la aguja utilizada, lo que se inyecta, etc.; que a su vez pueden ser:

²⁰ Loc. cit. Buenos Aires, El Ateneo, 1959, pp. 214; Barcelona, Edit. Crítica SL y Fundación Iberdrola, 2005, pág. 377.

IIa: simples hipótesis aisladas, o

IIb: formar parte de un sistema teórico diferente al que pertenece la hipótesis en vías de contrastación; en el caso considerado, teorías acerca de la anatomía y fisiología del conejo.

Ahora puede verse con claridad que lo que contrastamos *no es sólo* la primera hipótesis originaria, sino un *conjunto de hipótesis*, por lo que el experimentador se encuentra en condiciones tales que, sin violar ninguna regla de racionalidad –como lo implicaría negar la refutación por elemental obstinación– *decida* que la consecuencia observacional refutatoria, el hecho negativo de C. Bernard, no está refutando a la hipótesis que introdujo la existencia del experimento. Porque contrasta en simultáneo un *conjunto de hipótesis* se explica que pueda insistir una y otra vez ante el *No* de la naturaleza, persistir, y finalmente triunfar.

Las hipótesis –aisladas, o como parte de un marco teórico– acerca de los elementos materiales del sistema experimental pueden ser negadas, en un intento de salvar la hipótesis fundamental. Cuando se enuncia un defecto de los materiales experimentales, se está formulando una *hipótesis ad hoc*, nombre genérico que recibe toda hipótesis introducida con el único propósito de *proteger de la refutación* a la hipótesis inicial, luego de constatar la negativa del experimento.

En una correcta práctica científica, las hipótesis *ad-hoc* deben a su vez ser contrastadas, y podrán ser sostenidas sólo en caso de corroborarse su corrección. El código de honor científico, apoyado por el refutacionismo sofisticado, no prohíbe tratar de eludir las consecuencias refutatorias de la observación mediante hipótesis *ad-hoc* que cuestionen las *hipótesis auxiliares* –nombre con el que designamos las que se refieren al material de trabajo– y otras más, que iremos considerando a medida que el esquema metodológico vaya adquiriendo una complejidad que refleje la investigación científica con el mayor ajuste posible. *Sólo se prohíben cuando sean irrefutables en principio*.

El ejemplo de las fallas de Claude Bernard en provocar diabetes en los conejos, y su negativa a suponerlas refutatorias de la presunción de un centro de control de la glucemia, aduciendo *ad-hoc* defectos técnicos en la punción –lo que ponía en cuestión un conjunto de hipótesis sobre la anatomía del conejo, la habilidad en el manejo de la aguja, la profundidad requerida de punción, etc.– es una clara muestra de cuán fértil resulta la tenacidad de los científicos –*obstinación irracional*, la llamaría el refutacionismo ingenuo– argumentando *ad-hoc* contra la respuesta de la naturaleza a los requerimientos efectuados.

Mas la primera contrastación, así como las que luego plantearán las hipótesis *ad-hoc* acerca de nuestro conocimiento de los elementos de que consta la situación experimental y nuestra habilidad para manipularlos, tropiezan con una hipótesis adicional, que ya habíamos mencionado. Es la de dar por supuesto que, en el campo problemático en estudio, *no existen otros factores de importancia que incidan en él*.

La llamaremos *hipótesis factorial*; o, para mencionarla con un nombre que tiene larga historia en filosofía, *cláusula ceteris paribus*.

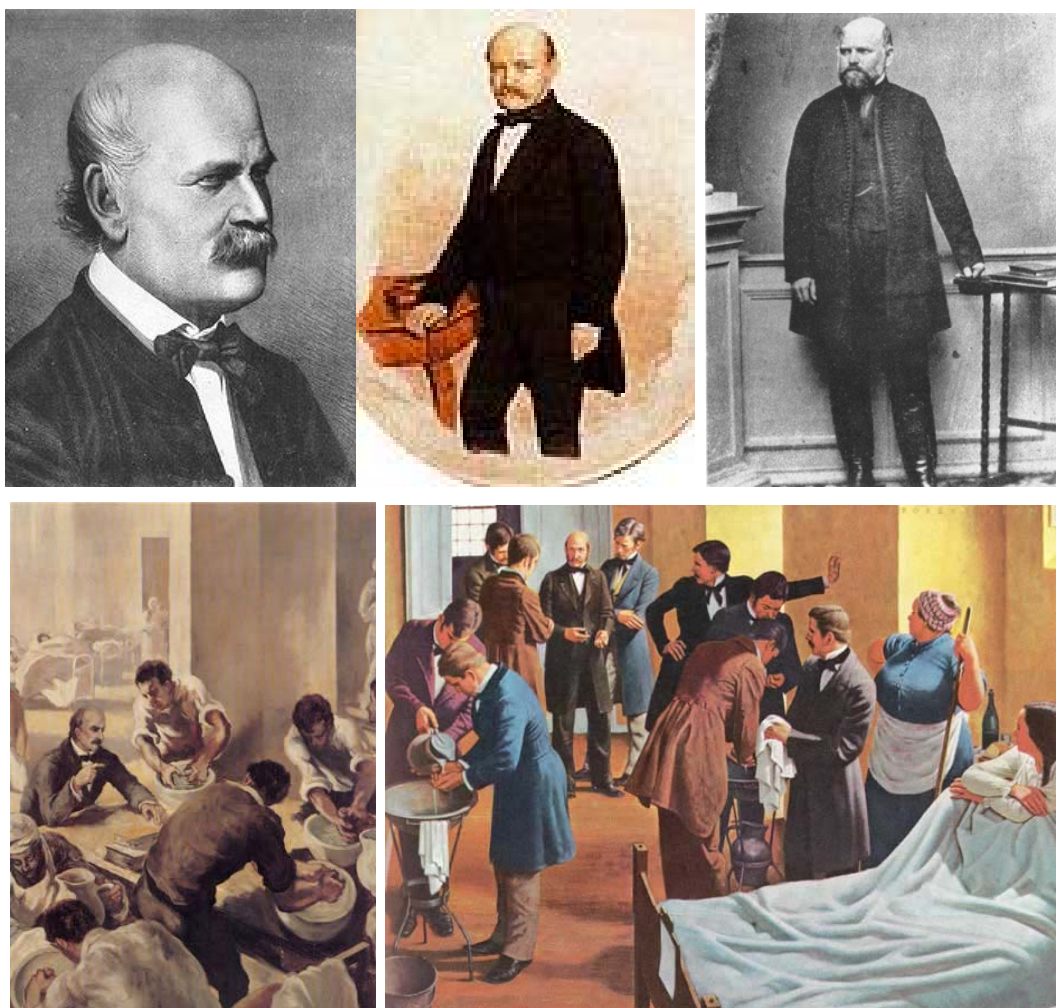
Pudiera ser que, luego de cierto proceso de contrastaciones y decisiones, declaráramos conocimiento no problemático todo aquel que se refiere a las características materiales del experimento. Aún así, al esquema básico hipótesis-consecuencia observacional debiéramos adicionar la *cláusula ceteris paribus*.

La consecuencia observacional contrasta simultáneamente (1) la hipótesis fundamental, (2) las hipótesis auxiliares, que ya hemos recorrido una y otra vez hasta encontrarlas satisfactorias, y que son hipótesis acerca de la corrección de lo que conocemos, lo que hemos puesto deliberadamente en el experimento y, *además*, (3) una *cláusula ceteris paribus*. Esta expresa que "lo que *no conocemos* no ejerce influencia": que lo que *no conocemos* no es pertinente a nuestro campo de investigación. De allí se desprende que el resultado desfavorable pudiera *en realidad* estar refutando dicha cláusula — y no nuestra hipótesis primera ni alguna de las hipótesis auxiliares.

Ejemplifiquemos: siendo muy joven, en los años de 1840, el clínico húngaro Ignác Fülöp Semmelweis (1818–1865), conmovido por la muerte de una de cada cinco madres que daban a luz en su servicio hospitalario en Viena, descubrió que esa fiebre puerperal era causada por los médicos al pasar del anfiteatro de disecciones a la sala de parturientas, cuando efectúan reconocimientos en los órganos de las recientes madres con manos carentes del debido aseo, impregnadas de sustancia cadavérica — según los conocimientos de Semmelweis, que eran los de una época que no conocía los microorganismos ni su capacidad patógena.

Cuando tiempo más adelante observó un nuevo caso de fiebre puerperal, provocado esta vez luego de que el médico examinara a la parturienta a continuación de haber revisado una paciente con carcinoma de cuello uterino avanzado, esta nueva observación no refutaba la hipótesis primera, sino la presunción de que la sustancia *cadavérica* era la única causante de la fiebre puerperal: refuta la *cláusula ceteris paribus*. A la sustancia proveniente de cadáveres se agregó un nuevo factor proveniente de un paciente vivo. Por eso Semmelweis enunció, abarcando los dos sucesos, que la fiebre

puerperal se debía a *contaminantes* provenientes de la descomposición de la materia orgánica.



Ignác Fülöp Semmelweis (1818–1865) e ilustraciones de su labor

Sabemos hoy que la fiebre puerperal es una septicemia –una infección de la sangre– resultante de introducir microorganismos patógenos en la parturienta; y que los orígenes de dicha infección pueden localizarse en cualquiera de los innumerables depósitos microbianos, incluido el aire. Se agrega una multiplicidad de factores a los detectados por Semmelweis, perfeccionando sus hallazgos — mas no los refuta.²¹

²¹ Una excelente síntesis de las relaciones entre humanos y bacterias (las que también se comunican entre sí y en diversos lenguajes químicos, incluyendo una lengua franca o "esperanto") la provee la Prof. Bonnie Bassler (Princeton Univ.) en un video de 2009 con subtítulos en castellano (y en otros 32 idiomas), provocativamente titulado "*Intelligent Bacteria: Cells are Incredibly Smart*", URL http://www.ted.com/talks/bonnie_bassler_on_how_bacteria_communicate.html El análisis metodológico de las investigaciones de Ignác Fülöp Semmelweis ha sido realizado impecablemente por Hempel, C., *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1973, disponible para descarga gratuita en varios sitios de la Red; cf. esp. los caps. 2, 3 y 4. La época de Semmelweis no estaba preparada para poner en práctica sus ideas: muchos colegas lo ridiculizaron, desgastándolo por años. Contagiado tal vez de sífilis por tanto tiempo de atender parturientas que en cierta proporción padecían esa enfermedad, su desgaste resultó exagerado por algunas vesanías. Internado a la fuerza en un manicomio donde se lo golpeaba y se le administraban duchas heladas y purgan-

Desde el siglo V antes de Cristo se conoce una manera de evaluar la pertinencia o no de un factor como causa de un cierto suceso que se investiga, y que Hipócrates, el primero en dárnoslo a conocer, menciona con las siguientes palabras: "Las enfermedades son el resultado de una amplia variedad de causas, y debemos considerar causas seguras de una afección a todas aquellas cosas cuya presencia es necesaria para que aparezca y cuya ausencia determina su desaparición".²²

Este método para contrastar factores, que va a persistir en la medicina hasta nuestros días, y que se constituye con ligeras modificaciones en el método propio de la fisiología, según C. Bernard, consiste en:

- 1) quitar a un animal de experimentación aquel órgano o tejido, para observar el efecto que su ausencia acarrea;
- 2) restituirlo, a fin de ver si con ello se normaliza la función alterada por su falta;
- 3) agregar el factor así descubierto en cantidades mayores a las fisiológicas: provocar la hiperfunción, la que deberá mostrar sólo un aumento de la función que faltaba cuando se extraía el factor.

Este método de Hipócrates de la medicina experimental es recogido por la filosofía en la obra de Stuart Mill, quien lo menciona como "*método de las concordancias y las diferencias*" de la siguiente manera:

Método de la concordancia: "Si dos o más casos del fenómeno que se investiga tienen solamente una circunstancia en común, aquella circunstancia en la que todos los casos concuerdan es la causa (o el efecto) del fenómeno en cuestión".²³

Método de la diferencia: "Si un caso en el cual el fenómeno que se investiga se presenta y un caso en el cual no se presenta tienen todas las circunstancias comunes excepto una, presentándose ésta solamente en el primer caso, la circunstancia única en la cual difieren los dos casos es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa de dicho fenómeno".²⁴

Distintas palabras para expresar el mismo concepto hipocrático.

tes, se le infectaron los hematomas de una feroz paliza y murió de septicemia, él también, a los 47 años. Debíóse esperar catorce años más, hasta los aportes de Pasteur, para empezar a tornar creíble que algo tan pequeño como la suciedad debajo de las uñas tuviera potencia suficiente para ocasionar la muerte de seres humanos – y hasta el siglo XX para entender que nuestra salud depende de bacterias que habitan en el cuerpo y son diez veces más numerosas que las células propias.

²² Laín Entralgo, P. (ed.), *Historia universal de la medicina*, Barcelona, Salvat, 1973.

²³ Copi, I., *Introducción a la lógica*, Buenos Aires, EUDEBA, 1974, p. 426.

²⁴ Copi, I., *op. cit.*, p. 430.

Observemos que si bien el método permite efectivamente afirmar *la pertinencia* de la variable A, no discrimina si en la contrastación se establece su única pertinencia o la de su conjunción: su unión con otras variables que se desconocen de momento – A junto a F, G y H, por ejemplo. La *cláusula ceteris paribus* se encuentra presente una vez más. Y pese a los refinamientos metodológicos esa cláusula no sólo posibilita reestructurar la hipótesis inicial para dar cabida a los nuevos factores descubiertos (evitando así la refutación, como en el caso de Semmelweis) sino que admite suponer –en caso de que una situación observacional directa o experimental desmienta la hipótesis primera– que existen más factores pertinentes además de los ya conocidos, y que son éstos los que causan la perturbación observada, la que no se debe a una incorrección de la hipótesis. Es decir, admite la *hipótesis ad-hoc* de apelar a variables desconocidas, la que a su vez exige ser contrastada.

Cierta irregularidad, que consistía en un retraso en los cielos del ciclo que Saturno cumple en su periplo alrededor del Sol –"retraso", si lo conceptualizamos según lo exigían los cálculos efectuados tomando en cuenta la mecánica newtoniana, que según el refutacionismo dogmático debería ser irremediablemente refutatorio de la misma– se convirtió en una de sus corroboraciones más resonantes cuando una hipótesis *ad-hoc*, que conjeturó como responsable de dicha irregularidad la existencia de un planeta más allá de Saturno, obtuvo confirmación observacional.

Nuevamente las hipótesis *ad-hoc*, como ya habíamos visto con respecto a las hipótesis auxiliares, aunque ahora atacando la *cláusula ceteris paribus*, cumplen un rol progresivo en el avance del conocimiento científico.

2. Cuestionamiento del hecho

"¿Hechos? —repitió— ¡Tómese un poco más de ron, don Franklin, y superará esa debilidad de creer en los hechos! ¡Juego sucio, señor!"

Wilkie Collins, *La piedra lunar*

Habíamos mencionado que lo que refutaba una hipótesis era un enunciado de Nivel I, que se refería a un conjunto pequeño de elementos, con propiedades observables en forma directa: a un *hecho*, pues.

El empirista –inductivista– construye su teoría del conocimiento y de la ciencia sobre la firme base de los *hechos observables*. Lamentablemente Hume mostró que la inducción, herramienta lógica de su epistemología, no le deja llegar hasta leyes. Y, para el refutacionista dogmático, los hechos refutan la teoría. En cambio, el refutacionista sofisticado demuele cuidadosamente la seguridad en lo indudable de los hechos.

2.1. El hecho experimental. En la casi totalidad de las contrastaciones más o menos complejas, la presencia del experimento altera de manera radical la sencilla "observabilidad" de los *hechos*. No sólo el hecho es *fabricado*, lo que de por sí no sería tan problemático, sino que en el experimento los resultados –los datos– son leídos a través de una *teoría interpretativa*, con cuyo auxilio se diseñaron *instrumentos* experimentales de distinto grado de complejidad.

El color rojo que aparece en un papel de tornasol permite leer la acidez de una orina sólo si lo interpreto así a través de la lectura – una interpretación que me es provista por una teoría muy simple: la que rige al mencionado papel. Menos inmediato y más complicado es el resultado que aporta un espectrógrafo, mas el esquema es el mismo. Una o más teorías nos aseguran que *cierta desviación de una aguja quiere decir tal cosa*; y *tal cosa* es el *hecho* que el empirista y el refutacionista ingenuo quieren ver como si fuera arquetipo de lo directamente observable, verificable — *obviando las teorías interpretativas* que llevan a atribuir algún determinado valor al dato observacional desnudo (sea este el color rojo del papel tornasol o bien la última línea que escribe la computadora al final del complejo proceso de análisis fotolorimétrico, o bien el movimiento de una aguja en una escala) y que permiten dudar de la eficacia refutatoria del mismo, cuando lo que se pone en tela de juicio es la corrección de la teoría interpretativa.

Un ejemplo de una situación, quizás límite, en que la hipótesis fue reiteradamente refutada por los datos aportados por técnicas diseñadas según diversas teorías interpretativas pero, sin embargo, fue mantenida durante más de un siglo para finalmente triunfar, lo constituye la sugerencia de William Prout (1785-1815). En 1815 Prout sostuvo de forma anónima, proponiéndola como programa de investigación, la hipótesis de que el peso atómico de todo elemento es un número entero múltiplo del peso del hidrógeno. Sugirió que el átomo del hidrógeno es la única partícula realmente fundamental y que los átomos de los otros elementos químicos están hechos de agrupaciones de varios átomos de hidrógeno. Dicho de otro modo, propuso que todos los átomos están compuestos de átomos de hidrógeno –la unidad atómica– y que, por lo tanto, los pesos atómicos de todos los elementos químicos puros eran números enteros. Aunque la hipótesis de Prout no fue corroborada posteriormente por medidas más ajustadas de los pesos atómicos, se aproximó a la estructura de las masas atómicas lo suficiente para que, en 1920, Ernest Rutherford eligiese el nombre del recién descubierto protón para, entre otras razones, reconocer el mérito de Prout. *Puesto que las evidencias sucesivamente logradas desmentían una y otra vez su afirmación, durante cien años Prout y sus seguidores se habían dedicado a desbaratar todas las técnicas analíticas –basadas en diversas teorías– que llegaban a proporcionar evidencia*

contra de su tesis. Al hacerlo revolucionaban constantemente la química analítica, y revisaban agudamente las técnicas experimentales diseñadas para separar elementos puros. En vez de pensar que la refutada era la hipótesis básica, sostenían que las técnicas para obtener elementos puros –y comprobar su peso a continuación– eran imperfectas.

El éxito en desarticular resultados adversos mediante esta estrategia los acompañó durante un siglo. Mas no se pudo *corroborar* la hipótesis acerca de los pesos atómicos de los elementos hasta que se abandonaron los intentos *químicos* para, en cambio, purificar sustancias a favor de las técnicas *físicas* diseñadas en el laboratorio atómico de Rutherford. Estas fueron las que terminaron, por fin, de confirmar de manera incontestable las previsiones pioneras de Prout.²⁵

2.2. El hecho observable. Existen innumerables *sucesos* en el universo natural y social. ¿Constituyen hechos? Otras cosas, más limitadas en número, suceden en la habitación en la que tecleo este escrito: ¿son ellas hechos? Desde el estricto punto de vista del conocimiento, no lo son; *los hechos son lo que conozco de dichos sucesos*. Y cada suceso admite ser leído desde innúmeros puntos de vista. Cuando cae un libro al suelo, ¿cuál es el hecho? Depende de mi punto de vista y de lo que enuncie acorde con tal perspectiva. El hecho puede ser "cae un cuaderno desde un metro de altura" o "se produce un ruido" o, incluso, "la cara inferior del libro gana temperatura por la fuerza del choque". Cuando chocan entre sí dos platillos metálicos, ¿cuál es el hecho? ¿El acto mecánico? ¿El esfuerzo del músico que resopla en el momento de golpear? ¿La nota que refuerza el primer compás de "La consagración de la primavera"? ¿Un ruido que sobresalta a un espectador? ¿Cuál es el hecho? ¿Uno solo de ellos, si lo enuncio, y si ello sucede en la realidad? ¿O todos ellos y muchos más que ahora ni siquiera se pueden enunciar, pues se carece de conceptualización para hacerlo?

Un hecho es aquello que un enunciado empírico, de Nivel I, dice que sucede, cuando se constata que así es efectivamente.

²⁵ El artículo en inglés de ocho páginas de Prout, «On the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms». *Annals of Philosophy* 6, pp. 321–330, 1815, puede leerse en la Red en <http://web.lemoyne.edu/~giunta/EA/PROUTann.HTML>. Su conjetura sobre el hidrógeno como "materia prima" atómica, la denominada Regla de Prout o, más técnicamente, fórmula semiempírica para las masas atómicas, se expone, también en inglés, en <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/semiempirical.htm>. Arthur Conan Doyle, en su novela de 1891 *Los hechos de Raffles Haw*, habla acerca de trasmutar elementos químicos en otros de número atómico decreciente, hasta alcanzar cierta "materia gris". En la novela de Vassily Grossman, *Life and Fate*, de 1959, su protagonista, el físico Viktor Shtrum, mientras se queja de su torpeza para formular su propia tesis reflexiona acerca de la hipótesis de Prout, de que el hidrógeno fuera el origen de los otros elementos, y el hecho felicísimo de que los incorrectos datos de Prout llevaran a una conclusión esencialmente correcta. La historia de la teoría de Prout se halla en numerosos textos en la Red, y es también relatada en Lakatos, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974, que puede descargarse gratuitamente desde varios sitios de Internet.

Si *el conocimiento es el conjunto de los enunciados empíricos acerca de lo que sucede efectivamente* en el mundo de los hombres y de los objetos, entonces *el conjunto de los hechos* no son los sucesos en sí mismos, sino *su conocimiento expresado* en enunciados empíricos.

Selección de sucesos *según una teoría* orientadora, enunciación y contrastación de los mismos, que finalmente *producen* los hechos. Amalgama, pues, de enunciados empíricos y sucesos, de lenguaje y realidad – marcando, inevitablemente, una *diferencia* que Popper, heredero de la tradición kantiana, considera insalvable.

Consideremos algunos argumentos, convergentes en sostener esta posición *para la cual es imposible superponer uno a uno los elementos de la proposición y los elementos del mundo* a fin de constatar, con toda exactitud y sin pérdida alguna, que lo que dice uno sea lo que sucede en el otro — contrariando la idea del *Tractatus* de Wittgenstein, de que las proposiciones elementales son una imagen isomorfa de la realidad. Todo isomorfismo implica este traslado uno a uno de elementos y funciones, sin que en ello se pierda información.



Ludwig Wittgenstein (1889-1951)

Argumento I. Como habíamos visto, cualquier posición es una selección según puntos de vista, que deja aspectos de lado; e incluso allí, en lo seleccionado, los elementos del lenguaje son términos *universales* — conceptos. Estos no pueden ser reducidos a experiencias singulares, por muy numerosas que sean, de la misma manera que las leyes –cuantificadas universalmente– *no son* un conjunto de cosas de la misma especie que pasan y cuya suma es la ley. *La inducción fracasó en constituir las leyes, al igual que la supuesta abstracción fracasa en constituir los conceptos:* "todo enunciado descriptivo emplea nombres (o símbolos o ideas) *universales* y tiene el carácter de una teoría, de una hipótesis (...) por ejemplo, con

la palabra 'vaso', denotamos los cuerpos físicos que presentan cierto *comportamiento legal*, y lo mismo ocurre con la palabra 'agua' ".²⁶

El uso de un concepto y de un enunciado cualquiera –incluso uno empírico, de Nivel I, observacional– es una hipótesis acerca de la naturaleza, que es necesario contrastar. No es necesario recalcar que, aquí también, la posibilidad de deducir nuevos enunciados observacionales que contrasten al enunciado observacional en cuestión es infinita, así como es infinita la red de *cláusulas ceteris paribus* involucradas en el proceso. Esto conduce a que la contrastación incluso del más elemental de los enunciados, verbigracia "éste es un vaso de agua", sea, desde el punto de vista lógico y fáctico, interminable — como lo es la de las teorías e hipótesis de Nivel III, las que hablan de *todos* y no de *este*: las leyes del conocimiento común y de la ciencia. Entonces, ¿cómo será posible usar, para contrastar a las leyes e intentar refutarlas, este enunciado cuya verdad no conoceremos nunca con seguridad tal que no podamos cambiar nuestra opinión a su respecto? Popper piensa que en algún momento de la cadena de contrastaciones es necesario el coraje de *decidir* que ya ha sido suficientemente comprobado en su verdad, y *aceptarlo* en consecuencia.

Luego de oler el agua, de rebatir que uno esté resfriado y ello impidiese percibir que se tratara de agua en vez de vodka, y asimismo de reconocer que nuestra sensibilidad se encuentra funcionando normalmente, *uno acepta* que se trata de agua... aunque pudiera rectificarse al instante, por ejemplo si un compañero de laboratorio anunciase a grandes gritos de alarma que tiene disuelto un cáustico (error de la vida cotidiana, debido al que se observan innúmeras estrecheces de esófago por quemadura de cáusticos alcalinos). Tal es la *secuencia pragmática* de aceptación. Posibilita la contrastación de las leyes pero *siempre deja abierto el proceso*, tanto respecto a la ley como a aquellos enunciados observacionales en los que se basa la aprobación de la ley. Estos enunciados observacionales se refieren a una específica localización espacio-temporal y son adecuadamente sencillos, de modo que los científicos pueden ponerse de acuerdo acerca de su contenido de verdad y suspender la cadena, potencialmente infinita, de las contrastaciones.

Argumento II. Una consecuencia de lo anterior, que Popper comenta años después²⁷, es que los *universales*, conceptos que se aplican a la realidad y con los que hablamos en las proposiciones acerca de ella, son siempre *disposicionales*. Aclaremos esto. Durante largo tiempo existió, suerte de arcano, un tipo de universales de enigmáticas características lógicas –

²⁶ Popper, K., *op. cit.*, p. 90.

²⁷ Popper, K., "Tres concepciones sobre el conocimiento humano", en *El desarrollo del conocimiento científico*, Buenos Aires, Paidós, 1979, p. 140.

enigmáticas y misteriosas para el empirismo, que tiene como único punto de partida a la experiencia sensible– a los que se denominaba *universales disposicionales*. Consistían en términos tales como "rompible", "soluble", etc., en contraposición a los universales "roto", "disuelto", etc. Observemos que lo que hacen los disposicionales es mencionar una cualidad que no se encuentra allí en acto, sino que puede desarrollarse potencialmente en condiciones dadas: que se golpee un vidrio "rompible" con cierta fuerza y entonces pase a ser "roto", que se disuelva anilina en agua y de "soluble" sea "disuelta". Para el empirismo esto resulta problemático. Popper dirá que tanto "roto" como "rompible" son *disposicionales*, que "roto" es una etiqueta que ponemos a la realidad luego de realizar algunas maniobras de contrastación (observación cuidadosa en caso de un vidrio, rayos X en caso de un hueso, e incluso movilización del mismo presionándolo para constatar que una mínima imperfección no sea un defecto en vez de una ruptura) y que de idéntica manera procedemos para decir que es "rompible". Análogamente, "rojo" es disposicional: una cosa es roja si refleja cierto tipo de luz, si "parece roja" en ciertas situaciones. Pero aun "parecer roja" es disposicional. *"Describe la disposición de una cosa a hacer que los espectadores estén de acuerdo en que parece roja"*.²⁸

Argumento III. Al comentar la existencia de teorías interpretativas en el diseño experimental, suponíamos que al final del mismo surgía un dato –el rojo del papel tornasol o el renglón escrito por la computadora– que era leído a través de aquella teoría interpretativa con cuyo auxilio se montó el dispositivo de experimentación. "Color rojo" o "aguja en 120 grados" eran *enunciados observacionales: hechos empíricos que se interpretaban*. Pero incluso esto tan obvio, tan en apariencia directamente observable, no es verdadero sin más. Es *conocimiento mediado por otras teorías interpretativas*, una tan tempranamente adquirida que pareciera haber nacido con nosotros –la escala cromática y la ubicación en ella del tono que estamos apreciando en este momento– u otra –la lectura de una escala– pero ambas brindándole el carácter potencialmente falible que suponíamos inherente a otros niveles de conocimiento. *Percepción de un color → teoría visual de escala cromática → enunciado empírico*, son pasos plenos de hipótesis, y por lo tanto refutables.

3. ¿Refutación?

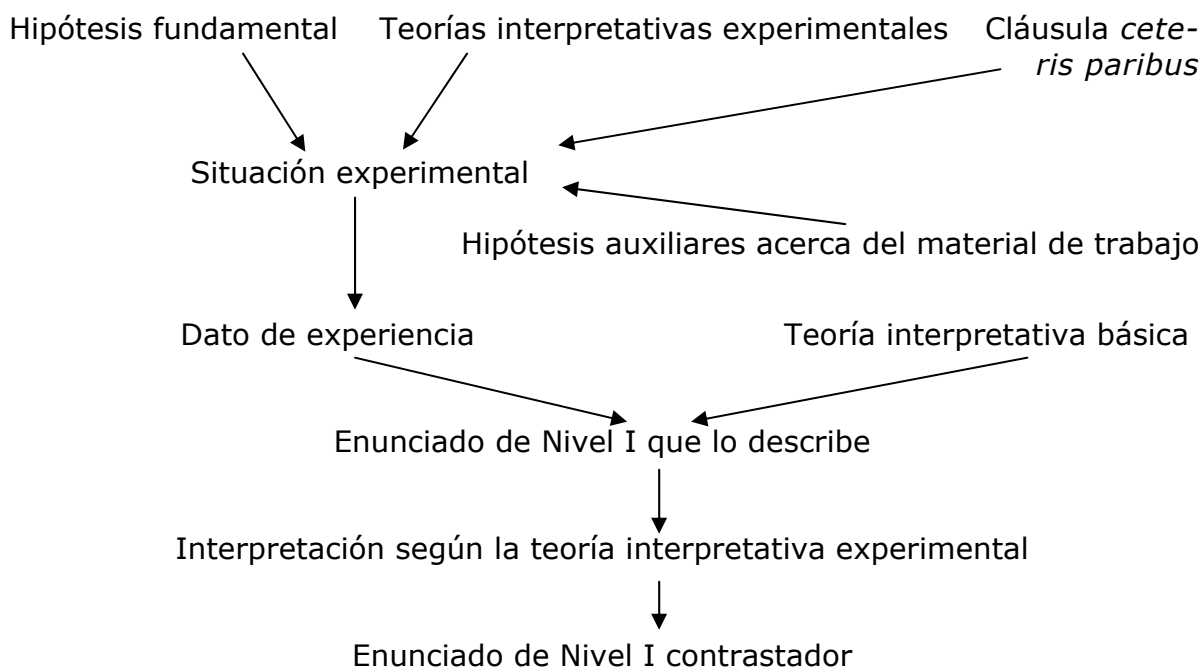
Una hipótesis, entonces, contrastada mediante una situación experimental diseñada de acuerdo con otra teoría interpretativa, de la que surgen *datos* que se interpretan en forma no directa sino a través de teorías inter-

²⁸ Popper, K., *loc. cit.*

pretativas mucho más básicas que, a los efectos de la investigación, suponemos no problemáticas –*hemos decidido* que no son problemáticas–; *datos*, esos, que refutan o corroboran la hipótesis primera en conjunción con una *cláusula ceteris paribus* que presupone la no existencia de otras variables *relevantes* al campo problemático en cuestión.

Alejados ya de la simplicidad esquemática del refutacionismo ingenuo, ¿qué tiene de extraño que el científico defienda su hipótesis contra *datos* de experiencia obtenidos de manera tan mediada?

Consideramos el siguiente esquema:



De la hipótesis en proceso de contrastación, conjuntamente con una teoría interpretativa –distinta a la que pertenece la hipótesis primera– y una cláusula *ceteris paribus*, se deduce una situación experimental que termina produciendo un dato sensorial, que a través de teorías interpretativas básicas –perceptuales y de lenguaje, fundamentalmente– expresamos como un enunciado de Nivel I, enunciado observacional (referido, por ejemplo, al rojo de un papel tornasol) que a su vez es leído mediante la teoría interpretativa experimental como otro enunciado básico: el que afirma que la orina analizada es ácida. Este último enunciado es el que confirma o refuta la hipótesis.

Si la corrobora, la cláusula *ceteris paribus* no nos permite decir que sea la única hipótesis corroborada. Motivos lógicos ya expuestos nos impiden decir que sea verdadera, aunque lo fuera junto a otras hipótesis.

Si la contradice, en cambio, el falibilismo de todo el conjunto de hipótesis y teorías empleadas hace que sea razonable suponer –antes de considerarla refutada– que lo refutado es alguno de los eslabones que la unen con el enunciado básico. Estos eslabones incluyen:

I) la percepción — lectura de los datos sensoriales por teorías interpretativas básicas, y no sólo a nivel de investigación elemental. Por recordar ejemplos de la historia de la ciencia: los canales de Marte, objeto de abundosas lucubraciones, desaparecieron de la atención científica al constatare, tras largo período, que eran mera ilusión óptica; pero la idea de que el mundo cuántico procede por saltos cuya causación es indeterminable de antemano, aunque proviene de la misma época, no ha desaparecido aún.

II) las teorías interpretativas del diseño experimental;

III) la hipótesis auxiliar que establece la normalidad de todo el material de trabajo;

IV) la cláusula *ceteris paribus*,

Expresar, por ejemplo, "el experimento dio resultados contrarios a lo supuesto por la hipótesis inicial, pues el papel tornasol tenía, de fábrica, características defectuosas", significa agregar un nuevo enunciado hipotético a los anteriores, que permite eludir la refutación de la hipótesis primera.

Las hipótesis *ad-hoc* pueden referirse a cualquiera de los cuatro niveles analizados. Su contrastación independiente reproduce el esquema ya detallado y añade la posibilidad de introducir nuevas hipótesis *ad hoc* en esa contrastación y en cualquiera de sus niveles, siguiendo así hasta el infinito. *La estructura lógica de la contrastación hace que la refutación de una hipótesis pueda posponerse indefinidamente. ¿Significa esto que es imposible refutar definitivamente hipótesis?*

No, según el refutacionismo sofisticado.

En varios párrafos anteriores subrayamos deliberadamente la palabra *decidir*. Una decisión no es un elemento lógico, lo que no quiere decir que sea un elemento arbitrario. *Una decisión de que cierta corroboración es suficiente se toma sopesando motivos, razonadamente; eliminando, en el examen conjunto con otros científicos ecuanímes, la subjetividad de la decisión.*

Así, es posible y legítimo para los científicos desinteresados *decidir* que el enunciado básico contrastador, observacional, se encuentra lo suficientemente corroborado como para aceptarlo; *decidir* que el material de trabajo pasó todos los controles adecuados de calidad de forma satisfactoria; *decidir* que las teorías interpretativas experimentales nos proveen de resultados confiables, ya que han sido usadas y probadas tantas veces; *de-*

cidir dar por demostrada la ausencia de otros factores relevantes, y recién entonces considerar refutada la hipótesis principal.

Decisión que compete, más que a un único científico o administrador ecuánime, a un conjunto imparcial de serenos investigadores, ya que la comunidad científica *disminuye el riesgo inherente a toda decisión distribuyéndolo entre sus miembros*, a través de la socialización de la discusión.

Mas las decisiones adoptadas pueden siempre revisarse a la luz de nuevas evidencias o de nuevas inquietudes teóricas adoptadas por la colectividad académica, en cualquier momento histórico, reiniciando el proceso de contrastación. La tesis del sol centro del sistema planetario, esbozada por Aristarco y refutada durante casi dos mil años por Ptolomeo y Aristóteles, fue resucitada por Copérnico, Galileo, Kepler y Newton.

Una cuestión adicional surge de lo expuesto: la primacía de la teoría sobre los hechos ha llevado a algunos filósofos y científicos a sostener que *todo es teoría*. Con ello piensan fundamentalmente en que *la teoría selecciona hechos sólo en la medida en que puede abarcarlos y por lo tanto le son siempre confirmatorios*; y en que la teoría inventa sus propios hechos y los hace ver, por lo que *basta cambiar de enfoque teórico para que cambien los hechos del mundo*. Se apoya de esta manera un relativismo para el que *toda teoría sería igualmente válida y, en definitiva, imposible de constatar la corrección de lo que afirma por el recurso a la experiencia* – recurso que así se encuentra totalmente desvirtuado.

"No hay experiencia que no pase por la teoría" significa que cada teoría sólo ve el universo que sus propias gafas conceptuales le permiten ver.

Pareciera que el refutacionismo sofisticado, que se opone a los dos sostenedores de hechos indubitables –tanto al inductivismo como a la refutación directa y sin más de la teoría por la experiencia– apoyara esta vertiente relativista de pensamiento.

No es así. El relativismo cognoscitivo, al que aludiéramos en el párrafo precedente, ignora la distinción que efectúa el refutacionismo sofisticado –para quien la experiencia termina refutando a la teoría a través de un proceso *experimental y discursivo*, complejo y no inmediato– entre al menos tres niveles de hipótesis o teorías, en el proceso de contrastación:

- 1) las hipótesis –o teorías– perceptuales, mediante las que reconocemos la realidad que nos circunda;
- 2) las hipótesis –o teorías– interpretativas, por las que diseñamos el experimento;
- 3) la hipótesis –o teoría– puesta a comprobación.

Todo es teoría; sí, los hechos no son ya más simples hechos indubitables de la base empírica que controla a la teoría del hipotético-

deductivismo dogmático o del empirista. Pero existen tres niveles de teorías, todas diferentes entre sí. Las teorías perceptuales y las interpretativas brindan una *base empírica* que ya no es más directa e indudable, sino *metodológica*, aceptada como tal por decisión metodológica *razonada y argumentada*. Es una base empírica metodológica que permite probar fuertemente la hipótesis primera, y llegar a desecharla luego de un proceso en el que se multiplican los pasos. Mientras el relativista piensa que la primera hipótesis o teoría "fabrica" su propia base empírica, el refutacionista sofisticado sabe que es fabricada por *otras teorías*, a las que puede llegar a aceptar provisoriamente, eludiendo así la acusación de probar una teoría por aquello mismo que la teoría permite ver.

Pensemos en el psicoanálisis, que tiene por figuras teóricas propias a "superyó", "ello", o "inconsciente". Si un psicoanalista al ver a un paciente señala con el dedo y pontifica qué debe hacer con su hijo, podríamos decir que el terapeuta "ve" en forma directa a su superyó; o, si actúa repentinamente, que "contempla" su ello. Sin embargo, lo que la contrasta su teoría no es esta visión procurada por la misma teoría. Los rasgos aptos para este fin son, en cambio, ciertos rasgos de conducta que no hayan sido conceptualizados por el psicoanálisis: que no pertenezcan a esa teoría. La noción del relativista de que, por ejemplo, una teoría demonológica hace ver la posesión demoníaca –que la comprueba, de manera viciosa y circular– y que así procede cualquier teoría, incluso las científicas, queda desmentida por el fino análisis que efectúa esta versión sofisticada del refutacionismo en la ciencia y en la contrastación.

Pudiera suceder que en la tradición médica desarrollada por los hechiceros haitianos el hueso que corresponde al muslo –"fémur" en terminología occidental– tuviera una morfología distinta a la descripta por Testut. Según el relativismo teórico, que es continuación dentro de la ciencia del relativismo cultural de algunas escuelas antropológicas, ambas versiones serían igualmente valiosas. No existiría la posibilidad de comparar sus afirmaciones con la realidad, puesto que la teoría que sustentan estas tradiciones son diferentes y, por lo tanto, los anteojos conceptuales con los que visualizan lo empírico hacen ver cosas distintas cuando enfocan el mismo objeto: los médicos verían una anatomía del fémur, los hechiceros otra. Pero, según habíamos analizado, no es la teorización global acerca de la enfermedad la que determina la percepción del hueso en cuestión. Es una teoría más primitiva –desarrollada por los seres humanos entre el primero y el sexto año de edad, debido a un contacto manipulatorio con el mundo de los objetos, como Jean Piaget (1896-1980) lo demostró en sus monumentales investigaciones acerca de los mecanismos cognoscitivos–, que no varía entre las distintas culturas, la responsable de la percepción de los objetos. Es *en base a esta teoría más primitiva* que los sistemas teóricos más complejos pueden encontrar coincidencias –en el punto preciso de la comparación de

morfologías, contrastación entre sus distintas afirmaciones–, en base a las cuales argumentar racionalmente y *decidir* entre una y otra.

En la puesta a prueba de las hipótesis –teorías interpretativas y teorías perceptuales– el paso de una base empírica ingenua a una base empírica metodológica, basada en distintos niveles teóricos, desautoriza lo rotundo del relativismo científico.

4. Más allá del refutacionismo

Recordemos la frase de Claude Bernard tras la frustrada experiencia de provocar diabetes artificial mediante punción al cuarto ventrículo, a la que denominamos enigmática: "los hechos negativos, cuando se consideran aisladamente, nunca nos prueban nada". Su elucidación va a ocupar la última parte de este artículo, y va a colocarnos al límite del refutacionismo, sea ingenuo o sofisticado.

Añade Bernard: "Un hecho negativo no prueba nada, y nunca puede destruir un hecho positivo".²⁹

Evidentemente, lo que llama hecho negativo es una consecuencia observacional refutatoria. Si leemos a la luz de estas reflexiones el descubrimiento de Neptuno, diremos que un hecho negativo –el retraso de Saturno– no puede destruir o refutar la teoría de Newton, asentada sólidamente en infinidad de hechos positivos: predicciones confirmatorias en todos los campos de la mecánica.

Pero continuemos con Claude Bernard, quien más adelante agrega:

"Un hecho crudo no es científico, y un hecho cuya causalidad es irracional debería ser también expulsado de la ciencia. En realidad, si un experimentador tiene que someter sus ideas al criterio de los hechos, no reconozco que tenga que someter su razón; pues entonces extinguiría la antorcha de su criterio interior y caería necesariamente en el reino de lo indeterminable, a saber de lo oculto y maravilloso. En la ciencia muchos hechos crudos son, sin duda, incomprensibles aún. No quiero decir que debemos voluntariamente rechazar todos estos hechos; sólo deseo declarar que deben aceptarse con reservas, durante un tiempo, como hechos crudos, sin que se les introduzca en la ciencia, a saber en el razonamiento experimental, hasta que sus condiciones necesarias se definan en términos de determinismo racional.

²⁹ Bernard. C., *op. cit.*, p. 213.

De lo contrario, nuestro razonamiento experimental estaría continuamente detenido o inevitablemente llevado al absurdo".³⁰

¿Qué quiere decir C. Bernard con hecho crudo? *Aqué! cuya causalidad se ignora*. Un hecho crudo no entra en la ciencia, no puede refutar una hipótesis establecida, pues es negativo a su respecto, no pertenece a su ámbito de causalidad. *Sólo pertenece a la ciencia cuando se conoce a qué ley obedece, y esta ley debe ser, necesariamente, otra ley que aquella a la que está refutando*.

En breve: un hecho refuta una hipótesis sólo cuando es consecuencia observacional confirmatoria de otra hipótesis. *Lo que refuta una hipótesis es otra hipótesis, a través de sus consecuencias observacionales* confirmatorias. Así, un mismo hecho refuta a la primera y corrobora a la segunda. Esta situación ha recibido el nombre de *experiencia crucial*, puesto que permite decidir entre dos hipótesis alternativas acerca del mismo suceso.

Leamos una situación experimental relatada por C. Bernard, que puede ilustrar lo que acabamos de enunciar:

"Magendie hizo una vez investigaciones acerca de los usos del líquido cerebroespinal y llegó a la conclusión de que la supresión de este líquido produce una especie de inestabilidad en los animales y una perturbación característica de sus movimientos. En realidad, si después de descubrir la membrana occípito-atloidea la perforamos dejando que salga el líquido cerebroespinal, advertimos que el animal es presa de peculiares alteraciones motoras. Al parecer, no hay nada más sencillo ni más natural que la influencia en sus movimientos de la supresión del líquido cerebroespinal; pero esto era un error, y Magendie me contó cómo otro experimentador lo halló por casualidad. Después de cortar los músculos del cuello, este experimentador fue interrumpido en su experimento en el momento en que había dejado al descubierto la membrana occípitoatloidea. Cuando volvió para continuar su experimento, notó que la simple operación preliminar había producido la misma inestabilidad, aunque el líquido cefalorraquídeo no había sido suprimido. Lo que era meramente el resultado de la sección de los músculos del cuello, había sido atribuido a la supresión del líquido cerebroespinal."³¹

Existía una hipótesis aparentemente corroborada por la realidad: se produce desequilibrio por la pérdida del líquido en cuestión. Luego advertimos que el desequilibrio corrobora en realidad otra hipótesis, que es con-

³⁰ Ibid., p. 218. El subrayado me pertenece.

³¹ Ibid., p. 222.

traprueba de la anterior: la que se produce como consecuencia de la sección de los músculos cervicales — y esto refuta a la primera.

En física, la mecánica newtoniana tropezó con un hecho anómalo, similar al retraso de Saturno, y al que ninguna explicación dentro del ámbito teórico newtoniano pudo satisfacer, y que persistió como tal por más de ochenta años: el corrimiento o adelantamiento en los ciclos de Mercurio respecto a los mejores cálculos. La órbita de cada planeta dibuja una elipse ubicando al Sol en uno de sus focos. El punto de mayor cercanía a ese foco, el *periapsis* o (denominándolo respecto al Sol) *perihelio* de las órbitas de todos los planetas, siempre se corre con cada ciclo (o "año") debido —entre varios factores— a la atracción mutua entre ellos, que los "arrastra", y a que el Sol rota y por ello no tiene su masa distribuída en forma esférica, sino ecuatorialmente abultada. Observacionalmente se registra que la órbita de Mercurio precesa en total unos 5599,7 segundos de arco por siglo del calendario juliano.

Pero esa cantidad no resulta al sumarse la precesión de los equinoccios (que aporta $5028,83 \pm 0,04$ segundos de arco, or *arcsecs*), las atracciones de los "salvavidas" ecuatoriales del Sol o momentos de cuadrupolo (que apenas aportan 0,0254 *arcsecs*) y las atracciones de los otros planetas (aportan 530 *arcsecs*, generados ante todo por el "*juego del fideo-fino*" gravitacional con Venus, la Tierra y Júpiter), para las que el astrónomo francés Urbano LeVerrier en 1859 ³² había computado un valor levemente menor, de 526,7 *arcsecs*, estudiando los horarios del tránsito de Mercurio frente al disco solar observados entre 1697 y 1848. La suma de todo eso da sólo unos 5558 *arcsecs*. O sea, allí falta explicar un "arrastre" gravitatorio de unos 43 segundos de arco cada cien años del calendario fijado por Julio César.

Para justificarlos, primero se hipotetizó la existencia de un planeta oculto por el resplandor del Sol, bautizado Vulcano, muy difícil de visualizar; pero tras cuidadosa búsqueda observacional durante casi cincuenta años se decidió descartar su existencia, porque "no se lo divisó" Entonces se hipotetizó que la masa de Vulcano estaría repartida en polvo ubicado en torno al Sol en forma de anillo (como los de Saturno) por donde se desplazaría Mercurio en su ruta; pero ese polvo tampoco se observó, ni otros efectos que debería tener su masa pudieron medirse. Así, en resumen, la magnitud del "arrastre" del perihelio orbital de Mercurio quedó sin explicarse por la atracción de las demás masas del sistema solar.

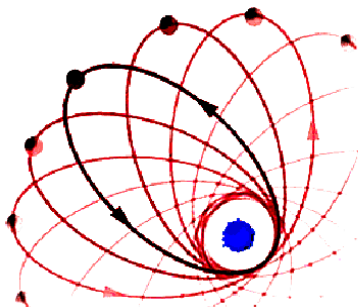
³² Le Verrier, U., "Lettre de M. Le Verrier à M. Faye sur la théorie de Mercure et sur le mouvement du périhélie de cette planète", *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* (Paris), vol. 49 (1859), pp. 379–383. Facsímil disponible en Internet en <http://www.archive.org/stream/comptesrendusheb49acad#page/376/mode/2up>

Consecuentes con el principio expresado por Claude Bernard, los científicos no consideraron refutada la teoría de Sir Isaac Newton, pese a tan flagrante infracción a sus leyes. ¡El perihelio orbital de Mercurio se corría más de dos tercios de minuto de arco por siglo! (Por comparación, la Luna llena en el zenit tiene un diámetro cuarenta veces mayor, de unos treinta minutos, es decir medio grado de arco...). Recién cuando Albert Einstein (1879-1955) publicó la teoría general de la relatividad (1916) el suceso pudo ser explicado y se convirtió en racional. En esa teoría, la gravedad no es una entidad separada llamada "fuerza" en el sentido de Newton, sino una geometría dependiente de la masa situada en un volumen, lo que impone algunos efectos especiales.



Einstein con Gödel en Princeton, 1950

En este caso, la masa del Sol situada dentro de un toro o rosquilla conteniendo la órbita de Mercurio curva su espacio y hace que el tiempo necesario para volver a su perihelio sea menor. De este modo, la órbita del planeta cada vez llega antes al perihelio y genera un dibujo, de la traza de las órbitas, un poquito más corrido de lo que debiera atribuirse a la atracción de las otras masas mencionadas. Así la relatividad general *predijo* correctamente que debía observarse un exceso precesional de $42,98 \pm 0.04$ arcsecs cada siglo. A este efecto es sensible un cuerpo próximo al astro central como Mercurio, despreciable en planetas más lejanos.



En realidad, no podemos silenciar que, todavía hoy, las cuentas no se ajustan del todo: falta todavía explicar una discrepancia residual de $-3,54$ arcsecs por siglo (-0.0632%), que resulta de la diferencia entre lo observado ($5599,7$) y lo calculado ($5603,24$). ¿Residual o fundamental? Esa diferencia hace más de sesenta años suscita controversias acaloradísimas. Mientras unos la descartan como un pequeño error observacional, otros la atribuyen a un error fundamental en la praxis del cálculo relativístico (considerar la posición del centro de masa cuando la información llega al observador, y no cuando ocurre "allí afuera"), y otros la emplean para fundamentar versiones nuevas de la física relativística.

Pero volvamos a la historia. Ni siquiera en aquel momento (año 1916, en plena Primera Guerra Mundial), momento en que al disponerse de la teoría de la relatividad general se advirtió que el adelantamiento del periapsis de la órbita de Mercurio es confirmatorio de la teoría relativista y simultáneamente refutatorio de la clásica, se abandonó a la segunda. Aunque en 1784 Henry Cavendish (en un manuscrito no publicado) y en 1801 Johann Georg von Soldner (publicado en 1804) ya habían señalado que la gravedad *newtoniana* predice que la trayectoria de la luz de las estrellas se curvará en torno a un objeto de gran masa, como el Sol, fue necesario que pasaran algunos años y se confirmara –en el curso de una experiencia ejemplar, en 1918– la curvatura que sufrían los rayos luminosos al pasar cercanos a una masa gravitatoria considerable como la solar, hecho asimismo previsto y modernamente recalculado por la mecánica relativista –la luz posee masa/energía, que ni Cavendish ni von Soldner hubieran podido calcular antes de que en 1900 el descubrimiento de los cuantos por Max Planck (1858-1947) y casi simultáneamente de la relatividad especial, por Poincaré, Maric y Einstein, permitieran a este publicar una descripción del efecto fotoeléctrico y calcular la energía del fotón en 1905–, para que la comunidad científica reemplazara una teoría por la otra... aun sin negar, como vimos, que aún hoy, en 2010, subsisten problemas.

El suceso de 1918 fue interpretado por Popper, y posteriormente por Lakatos, como que el reemplazo de la primera teoría por la segunda (la newtoniana por la relativista) se debía no sólo a que explicaba el hecho refutatorio del adelantamiento del perihelio de la órbita de Mercurio –que se convertía así en una experiencia crucial pero *a posteriori*, es decir, *una que refutaba años después de conocerse su existencia, cuando ya había una teoría alternativa*–, sino a que *ésta conduce a nuevos descubrimientos, y por consiguiente tiene mayor contenido empírico: explica más sucesos en un rango de fenómenos más amplios*.

Leámoslo correctamente: sólo cuando existe una teoría más completa que la anterior uno de los fenómenos, que no es explicado por una y sí por otra, es visto como un experimento crucial, refutatorio. Es una visión que se

proyecta retrospectivamente sobre el suceso, que no había sido refutatoria cuando la primera teoría no lo explicaba, ni experimento crucial cuando la segunda sí lo hacía. Lo fue mucho después, al comprobarse el mayor alcance y poder explicativo de esta última.

Para finalizar por ahora este tema, quisiera hacer notar la secuencia argumentativa que ha seguido nuestro periplo por la historia de la ciencia, y las normas de racionalidad que sucesivamente se han dado, expuestas como método científico:

- inductivismo, que se encontraba imposibilitado de justificar lo propio de la ciencia: sus leyes;
- refutacionismo ingenuo –que podía refutar las leyes y sostenerlas cuando no lo conseguía– resultante de una lectura simplista de Popper;
- refutacionismo sofisticado, en el que el choque refutatorio de la experiencia sobre las leyes se encontraba amortiguado por estrategias *ad-hoc* de protección;
- un refutacionismo aun más sofisticado, que exigía que el hecho refutatorio fuera *encuadrado por otra ley*.

Del *refutacionismo sofisticado* había abundantes ejemplos en la práctica científica basada en la formulación de hipótesis simples y su contrastación con la realidad.

Del *refutacionismo hipersofisticado* los ejemplos tienden ya a exceder la contrastación y refutación de hipótesis aisladas, para desplazarse de las leyes –enunciados generales– a las *teorías*, artefactos conceptuales mucho más complejos. En una primera aproximación definiremos a las teorías como un conjunto de hipótesis de distintos grados de generalidad, interconectadas. En la substitución de teorías, *para admitir el reemplazo de una teoría por otra era necesario agregar en favor de la segunda un contenido informativo mayor*.

Lo que estamos avizorando, pues, es la relación entre *hipótesis aisladas contrastadas experimentalmente* –situación para la cual parecía especialmente diseñado el refutacionismo sofisticado– y *teorías más amplias, cuya evolución en el tiempo y reemplazo de unas por otras es impensable en el marco del hipotético-deductivismo incluso más sofisticado*.

Nos encontramos en el filo, en la inflexión que marca, dentro de la filosofía de la ciencia, el cambio desde la problemática iniciada por el neopositivismo hacia una nueva manera de entender la actividad científica: el avance de la ciencia como desarrollo de *paradigmas*, estrategia de reflexión inaugurada en 1962 con *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn, obra que comentaremos en el próximo capítulo.

Bibliografía

- Ayer, A. J., *Lenguaje, verdad y lógica*, Buenos Aires, Eudeba, 1965; Barcelona, Martínez Roca, 1971; disponible para descarga gratuita por Internet en varias direcciones de Red.
- Bernard, C., *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959; Editorial Crítica SL, Barcelona, y Fundación Iberdrola, 2005; disponible para descarga gratuita por Internet en varias direcciones de Red.
- Blanché, R., *El método experimental y la filosofía de la física*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Borges, J., *Otras inquisiciones*, Buenos Aires, Emecé, 1960.
- Bunge, M., *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1978; *Epistemología*, Barcelona, Ariel, 1980; disponibles para descarga gratuita por Internet en varias direcciones de Red.
- Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969; disponible para descarga gratuita por Internet en varias direcciones de Red.
- Copi, I., *Introducción a la lógica*, EUDEBA, Buenos Aires, 1974.
- Hempel, C., *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1973.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Laín Entralgo, P. (ed.), *Historia universal de la medicina*, Barcelona, Salvat, 1973.
- Lakatos, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974.
- Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1974.
- Lorenzano, C., "Dos racionalismos críticos: Claude Bernard y Karl Popper", en: *Teoría*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1980; disponible para descarga gratuita por Internet en <http://clorenzano.com.ar/medicina/teoria.pdf>
- Nagel, E., *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1973.
- Popper, K., *El desarrollo del conocimiento científico*, Buenos Aires, Paidós, 1979; *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973; *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos, 1971; *Búsqueda sin término*, Madrid, Tecnos, 1977.
- Suppe, F. (ed.), *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, Editora Nacional, 1979.
- Stegmüller, W., *Teoría y experiencia*, Barcelona, Ariel, 1979

Capítulo 4

Métodos y paradigmas

1. Introducción

Hoy, hablar de paradigmas se ha vuelto un lugar común en la ciencia y entre científicos de distintas disciplinas. Sin embargo, ese rótulo no siempre cubre los mismos objetos teóricos. En ocasiones se aparta, incluso fuertemente, de la descripción que de los mismos nos ofreció hacia 1962 Thomas Kuhn, en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*³³.

Esa obra marcó una inflexión en el curso del estudio de la ciencia — filosofía de la ciencia— a tal punto que los temas marcados por el neopositivismo vinieron a sufrir su transformación en otros, o a ser directamente reemplazados por interrogantes nuevos. Le dedicaron un congreso internacional de filosofía de la ciencia, inmediatamente de aparecido³⁴. Desde entonces, las discusiones acerca de las cuestiones abiertas por Kuhn llegaron a figurar en sitio preponderante en los trabajos especializados; *sus hallazgos fueron explicados de manera formal por la escuela de reconstrucción estructural de las teorías*, eliminando ambigüedades y puntos problemáticos. En su momento suscitó malos entendidos, en parte ocasionados por las enormes novedades que implicaba, difíciles de asimilar por un medio dominado por la tradición neopositivista; en parte, por oscuridades propias de exposición.

Debido a ello, a casi medio siglo de la aparición de este libro capital, es necesario ofrecer una versión de la historia de los paradigmas científicos que lo supere, incorporando las especificaciones que el propio Kuhn y otros autores aportaron desde el ya lejano 1962 hasta la fecha. Ofrecerla es importante para nuestra exploración del universo de la *metodología*. Nos ayudará a dilucidar los problemas que los métodos anteriormente propuestos presentaban y van a encontrar vías de solución en el terreno propuesto por Kuhn.

Recordémoslos brevemente, constatando cómo las limitaciones surgían sucesivamente, haciendo aparecer propuestas metodológicas alternativas:

- I) El *inductivismo* partía de la observación, para ascender hasta las leyes. Presentaba la dificultad —señalada por los propios inductivistas— de que si bien se podía ascender hasta las leyes, no se advertía ningún

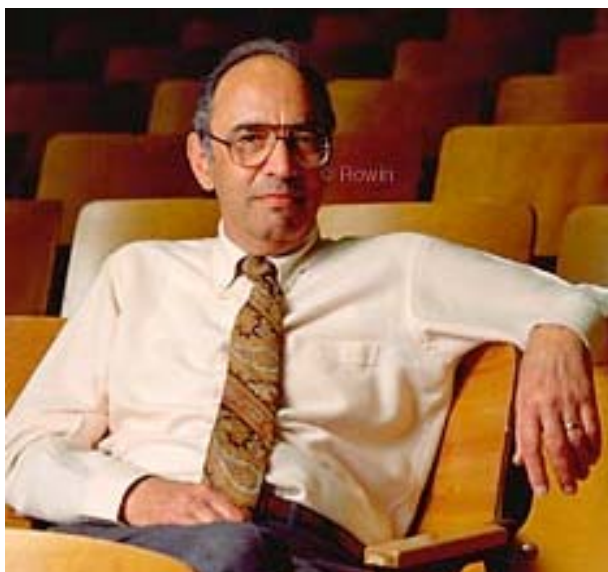
³³ Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971

³⁴ La escuela estructural de reconstrucción de las teorías científicas, iniciada por: Sneed, J., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971.

camino racional para hacerlo. En una palabra, no podía justificar las leyes, y el mecanismo inductivo mismo no resultaba una operación que pudiera calificarse de racional.

II) El *hipotético-deductivismo dogmático* señalaba correctamente que incluso la observación no partía del terreno de lo puramente observable, sino guiada por hipótesis previas. Demolía así el único eslabón firme y básico de la cadena inductivista –la observación– y además establecía una ligazón firme entre las leyes –hipótesis generales– y la experiencia. Ligazón no obstante contradictoria, pues *no* era de verificación, como lo hubiera querido el inductivismo, sino sólo de refutación. *Dogmático*, decimos, pues su armazón lógico, si bien liberaba la imaginación del científico para intentar respuestas hipotéticas a los problemas de la realidad –alejándolo de la tarea inductivista de sólo observar y anotar– obligaba a abandonar las mejores intuiciones apenas la naturaleza contestara con un "¡No!". Esto chocaba con el proceder real de los científicos, que tendían a defender sus hipótesis y a sostenerlas, logrando en ocasiones revertir el *No* en un *Sí* categórico, como lo había explicado C. Bernard.

III) El *hipotético-deductivismo liberalizado*, consciente de la presencia del experimento en la contrastación de la hipótesis –*lo que aleja esa contrastación del proceder exclusivamente lógico*– introducía el sostenimiento *ad-hoc* de las hipótesis primeras. Siempre y cuando las nuevas hipótesis que las apuntalaran fueran a su vez contrastadas, admitía la duda sistemática sobre las teorías interpretativas a través de las cuales se leía el experimento –"excusando" los resultados negativos. Se alejaba así de la observabilidad ingenua y proponía, frente al falibilismo de incluso lo observable, acuerdos metodológicos que lo tornasen aceptable como refutatorio, o corroboratorio, pero revisable ante la presencia de nueva evidencia. De tal modo explicaba la renuencia del científico a perder su hipótesis al primer tropiezo, interponiendo entre ésta y la experiencia un cúmulo de hipótesis auxiliares, factoriales, *ad-hoc*, y múltiples decisiones metodológicas en cada uno de estos niveles. En su límite, señalaba que *lo que refuta una hipótesis es la consecuencia observacional corroboratoria de otra hipótesis alternativa*. Mucho más ajustado a la realidad de la investigación que sus rivales metodológicos, el hipotético-deductivismo liberalizado puede ser acertado pensando únicamente en el contexto de contrastación de *hipótesis aisladas*; mas *no de teorías complejas*, en cuyo seno las hipótesis adquieren significado. Ello es así, puesto que *la ciencia no es una empresa de nueva creación cotidiana*, como parece pensarlo el hipotético-deductivismo, aun el más liberalizado; *es una lenta labor colectiva de sucesivas generaciones de científicos*, que trabajan dentro de marcos conceptuales aceptados.



Thomas Samuel Kuhn (1922–1996)

A partir de estas últimas observaciones trabaja Kuhn. Acepta plenamente el desafío de asimilar seriamente las lecciones de la historia de la ciencia. Hasta ese momento, los sucesos científicos se tomaban sólo a título de *ejemplificación*. Ejemplificaban lo que la filosofía de la ciencia proponía como metodología adecuada. Aunque, cabe recordar, Popper reconoció que su refutacionismo liberal no tuvo origen en la lógica, sino en un suceso que lo impactó en su juventud. Fue, narra, la manera en que procedió la física, y más específicamente Albert Einstein, cuando puso a contrastación severa su teoría de la relatividad generalizada. En tal caso Einstein hizo predicciones asombrosas, que refutarían su teoría en caso de resultar fallidas pero que terminaron por imponerse. Popper opuso ese proceder a *la fácil corroboración de las teorías de ciencias nuevas, como la psicología y la sociología, que no presentan ninguna situación refutatoria posible*.³⁵

El análisis de la ciencia, su filosofía, su fundamentación, fueron siempre una empresa de carácter lógico: análisis lógico del lenguaje de la ciencia, de sus afirmaciones, de sus leyes y de la relación que se establece entre el lenguaje que habla de la experiencia y el lenguaje de la teoría. Según Lakatos³⁶ este análisis formal permite organizar a la *historia de la ciencia*, dándole coherencia interna. Puesto que la racionalidad coincide con lo que permiten las metodologías, *la historia de la ciencia es el relato de los hechos racionales seleccionados por las metodologías*. Existe una historia inductivista donde se encuentran hechos que permiten inducir leyes. Ejemplos típicos serían las leyes enunciadas por Kepler luego de estudiar cuidadosamente los *razonablemente impecables* mapas celestes de Tycho Brahe, o el uso que de ellas hace Newton para formular su teoría gravitatio-

³⁵ Popper, K., *Búsqueda sin término*, Madrid, Tecnos, 1977.

³⁶ Lakatos, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974.

ria. Es una historia en que una ley refina a otra y así se procede sucesivamente, según qué filosofía de la ciencia se sustente.

Kuhn observa que la historia así descrita es sumamente pobre e infiel. Hilvana una simple sucesión de descubrimientos y refutaciones, que llevan a suponer fallas en la racionalidad, en la metodología de teorías científicas cuando ya son superadas. Historiador profesional de la ciencia, entiende junto a otros historiadores profesionales –Alexandre Koyré³⁷, entre otros– que todo período histórico posee sus propias reglas de inteligibilidad, y que, por consiguiente, *la ciencia de una época o cultura es sólo comprensible a la luz de sus propias fórmulas de organización científica*, por fuera de los patrones importados desde la lógica o la ciencia del presente. Vale decir, por ejemplo, que Aristóteles o Newton –dos de los más lúcidos intelectos– no cometieron fallas lógicas o metodológicas cuando formularon sus teorías hoy superadas, sino que simplemente el devenir histórico fue demostrando su inconveniencia.

Coincide Kuhn con Lakatos en afirmar la importancia que se reconocen mutuamente la historia y la lógica de la ciencia. Pero al contrario de lo que Lakatos constata –a saber, que la lógica de la ciencia organiza, plasma, estructura, mientras la historia es el terreno de decisión de las distintas metodologías– Kuhn propone una *teoría de la historia de la ciencia* que va a *revertir sobre la filosofía de la ciencia*, cambiándola. Kuhn propone una estructura de la historia que es simultáneamente una teoría de la ciencia.

Recordemos que la metodología más difundida en el mundo científico y filosófico, el hipotético-deductivismo, nos dice que las hipótesis y las leyes son *respuestas* a ciertos interrogantes que nos plantea la realidad. Kuhn, como historiador, se limita a constatar que *antes* de eso, *antes* de vislumbrar un problema y una solución tentativa, los científicos ya abrigan una noción más o menos clara acerca de aquello que van a investigar –los entes que pueblan el universo científico: luz, átomos, partículas, genes–; acerca de qué preguntas plantear, de qué técnicas hay disponibles para encontrar las respuestas y de qué respuestas serán admisibles. A este cúmulo de marcos conceptuales dados de antemano, en los cuales se encuadra toda investigación posible, los va a denominar en principio *paradigmas* – concepto clave, que luego habrá de refinar.

Resumiremos brevemente las innovaciones que Kuhn introduce en la teorización acerca de la ciencia:

1) Kuhn establece que las teorías, antes de que les advenga su refutación, cursan un largo período de evolución. Durante este, en lugar de sufrir refutaciones, contribuyen a aumentar el conocimiento humano, mientras

³⁷ Koyré, A., *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 1978. *Estudios galileanos*, México, Siglo XXI, 1981

sólo van obteniendo confirmaciones resonantes. Esta observación kuhniana enriquece considerablemente la idea previa de la tradición hipotético-deductivista, que habíamos mencionado y desnudamente observaba que las teorías permanecían un cierto tiempo y luego eran necesariamente refutadas, ya que toda teoría es irremediablemente falible. En realidad, las hipótesis están allí para eso, para ser refutadas; pero Kuhn muestra que suele ocurrirles antes de quedar refutadas, y cómo operan las refutaciones y los previos periodos de su ausencia, en la historia de la ciencia. Piénsese en la brillante corroboración de la teoría newtoniana, cuando permitió predecir con éxito la existencia de nuevos planetas nunca observados hasta el momento: Neptuno y Plutón. Las teorías –*paradigmas* en su terminología inicial, que son artefactos más complejos que la simplista colección de hipótesis solidarias de la concepción neopositivista– son marcos conceptuales, que guían la investigación y conocen un período de esplendor y expansión, para luego llegar a períodos de crisis y finalmente a su posterior abandono. Todo el período histórico de investigación bajo el paradigma es denominado *ciencia formal*.

2) Pero los paradigmas no son abandonados sin más cuando cesan de ser corroborados por la realidad. Los científicos, recordemos, no dejaron de lado la teoría newtoniana porque no podía explicar el adelantamiento del perihelio de Mercurio – situación que era claramente refutatoria. *Sólo lo hicieron cuando dispusieron de una teoría alternativa para reemplazarla*. El tránsito de un paradigma a otro es denominado *revolución científica*, y significa la completa reestructuración del marco conceptual a partir del cual se investiga.

3) En la concepción neopositivista, o en la hipotético-deductivista, la realidad –lo empírico– cumple funciones corroboratorias o refutatorias de la teoría, o constituye el campo problemático a investigar. *Teoría y empiria son órdenes distintos de realidades*, expresados por dos tipos distintos de enunciados –*generales*, las leyes; *singulares*, los hechos– que guardan entre sí *un orden sólo lógico*, único nexo que los une ya que el hiato entre ambos lo salva la lógica, deduciéndose los segundos de los primeros.

En la concepción de Kuhn no existe separación entre hechos y teoría. Como se verá más adelante, lo teórico y lo empírico se encuentran indisolublemente unidos, en esa nueva entidad denominada *paradigma*.

Para la historiografía vulgar, en cambio, la historia de la ciencia está constituida por nombres y fechas. Es una historia en la que los *héroes* de la ciencia dejan su impronta en el tiempo, a través de sus creaciones particulares: teorías, invenciones, descubrimientos. Kuhn demuestra que en realidad no es posible señalar ni una fecha ni un nombre exacto para toda innovación científica. Normalmente son producto de un *conjunto de investiga-*

dores en un período más o menos prolongado, tanto al comienzo de un paradigma como durante su evolución histórica, período en el que tiene vigencia como guía y molde de la investigación. Tanto en las revoluciones como en la ciencia normal el conocimiento es producto de una *comunidad científica*. Los agentes históricos de la ciencia dejan así de ser los *individuos* geniales. La ciencia se manifiesta como una empresa colectiva, de una capa social específica.

4) Un paradigma es reemplazado por otro, que es distinto e incompatible con el anterior.

5) Consecuencia de los puntos anteriores es que la ciencia tiene dos modos diferenciados de avanzar: uno, en la *ciencia normal*, de características acumulativas, en un sentido que se define como el logro de más y mejores aplicaciones empíricas del paradigma; otro, en las *revoluciones científicas*, opera por rupturas bruscas que separan dos períodos de ciencia normal tan tajantemente como si se tratara de cortes geológicos entre distintos estratos históricos – cada uno de ellos con su propia organización, su propia legalidad.

6) Por último, Kuhn destaca la dificultad para el historiador de encontrar *en cada período histórico* reglas metodológicas claras.

Paradigmas, ciencia normal, revoluciones científicas, unión de lo empírico y lo teórico, comunidad científica, primacía del paradigma sobre lo metodológico, dos maneras de progreso científico, y por consiguiente dos racionalidades, conservadora y acumulativa una, rupturista y revolucionaria otra, e importancia de la investigación histórica: esos son los conceptos claves para esta nueva forma de interpretar la ciencia.

Esta nueva hermeneusis va a reemplazar a los análisis neopositivistas e hipotético-deductivistas acerca del método, situándolos en un plano más próximo a la actividad real del quehacer científico. Tal quehacer se ilustra brillantemente en el libro de Kuhn, con un recuento del surgimiento y evolución de los principales paradigmas a través de la historia: astronomía ptolemaica y copernicana, mecánica clásica, relativista y cuántica, química inorgánica, teorías eléctricas.

Habíamos indicado que su aparición suscitó adhesiones y encendidas rivalidades. Ambas derivaban parcialmente de la ardua asimilación de una conceptualización tan alejada de lo admitido anteriormente por los *metodólogos*, así como porque la exposición de lo nuevo debía estar, por necesidad, mezclada con inexactitudes y puntos oscuros; y, finalmente, por una forma expositiva que en su momento pudo haber sonado provocativa, destinada a forzar la discusión. Lo que nunca nadie puso en duda, ni siquiera los adversarios más enconados de la nueva teoría sobre la ciencia, fue la probidad profesional de Kuhn como historiador, ni la justeza, facilidad y

oportunidad con que citaba la historia de la ciencia en apoyo a sus argumentaciones.

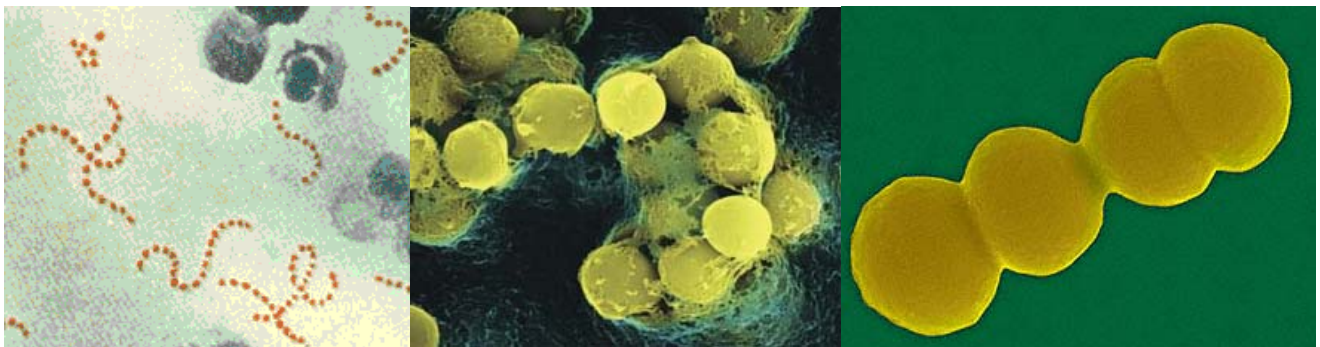
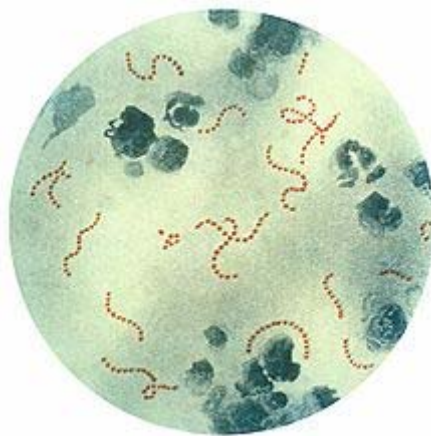
Comencemos, pues, a exponer los conceptos fundamentales de la imagen kuhniana de la ciencia.

2. La ciencia normal

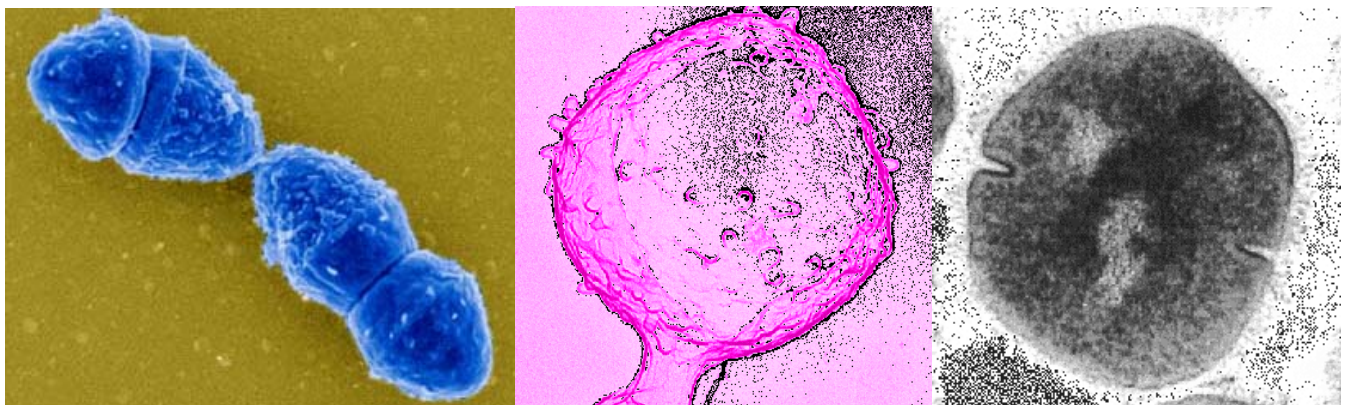
En el hipotético-deductivismo, lo característico de la ciencia era su avance por rupturas, mediante refutaciones. *Popper va a asignar muy relativo valor a la tradición científica, a los valores establecidos de la investigación: su función es simplemente la de aquello con lo que es necesario romper.* Las tradiciones sólo están para ser superadas, refutadas, discutidas.

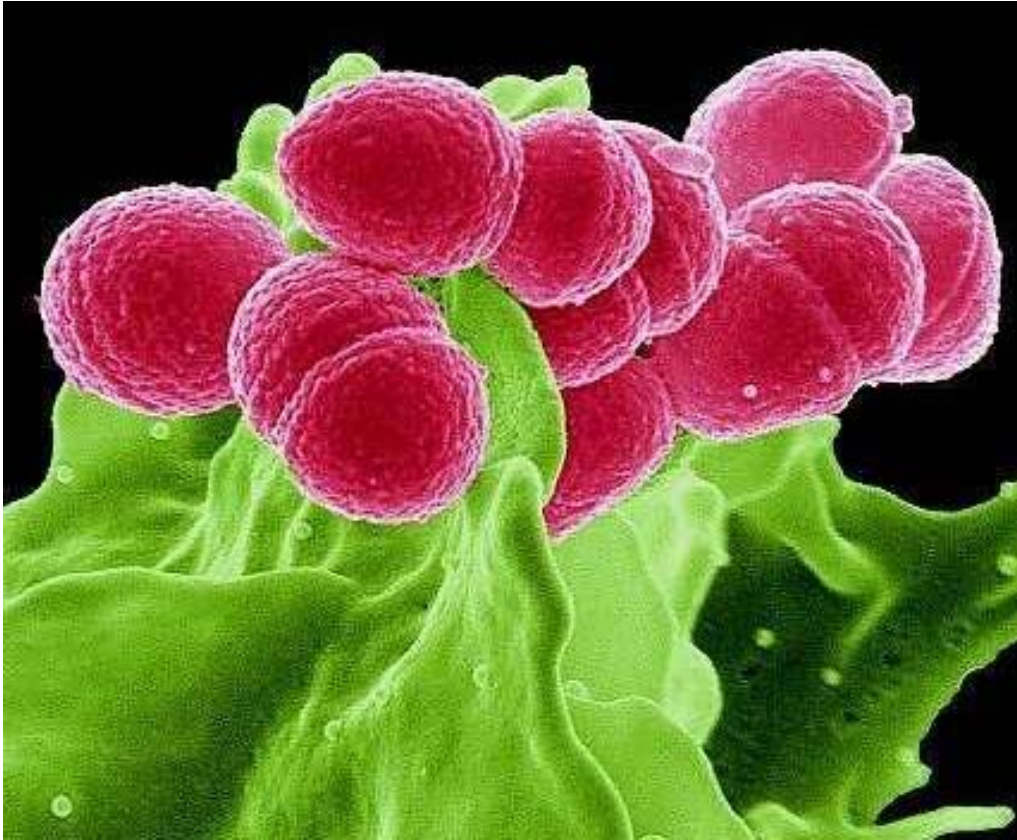
Kuhn hace notar que, si esto fuese así, no se entendería la realidad de la ciencia tal cual ella es. El historiador observa que los períodos de revoluciones científicas son escasos y episódicos, aunque sumamente importantes. Lo que predomina son prolongados estadios en los que las teorías no se discuten –sino al contrario proveen los marcos conceptuales para toda investigación– y en los que se detectan avances progresivos, tanto para la percepción del historiador como para la de los científicos involucrados en ella. La tradición sirve para expandirla, no tanto para combatir contra ella. Consiste en realizaciones relatadas en los libros de texto, o en obras originales arquetípicas, integradas no sólo por el *cuerpo teórico*, sino además por *aplicaciones* de la teoría a la realidad, y *experimentos* ejemplares que se repiten de generación en generación de estudiantes.

A este conjunto de elementos, que *exceden la simple teoría* – observemos que comprende también *aplicaciones y experimentos* –, es lo que se denomina *paradigma*, criatura de larga vida en la historia de la ciencia, nacida para quedarse más que para ser cambiada de manera constante. Los casi mil quinientos años de astronomía ptolemaica, quinientos de copernicana, doscientos años de mecánica clásica, más de cien de evolucionismo darwiniano, un período similar de genética mendeliana, ochenta años de mecánica relativista, sesenta de cuántica, son prueba elocuente de lo que nos relata Kuhn. En medicina, el paradigma microbiano goza de excelente salud, pese a llegar a sus casi cien años, al igual que las nociones de Claude Bernard acerca del medio interno, o mucho más recientemente – apenas cuenta cincuenta años – el paradigma de membranas en fisiología y patología. A su vez estos paradigmas o marcos de referencia se relacionan entre sí constituyendo progresivamente la estructura de la ciencia, tal como lo ilustra la serie de imágenes que sigue.



El marco de referencia microbiano en la etiología (causación) de enfermedades: las esférulas que se tiñen de rojo son *Streptococcus pyogenes*, la bacteria gram-positiva responsable de la mayoría de los casos de fiebre puerperal severa, a la izquierda vistas bajo 900 aumentos en una muestra de pus teñida con el método de Pappenheim. En sucesivos aumentos se la puede ver al microscopio electrónico de barrido recubiertas con una delgadísima capa de oro, al centro bajo 5000 aumentos y a la derecha reproduciéndose, a 12000x. Abajo tres imágenes a mayor aumento. Una primera anomalía moderna, inexplicable en la teoría que le atribuyó ese rol causal patogénico antes de conocerse el sistema inmune, es que es común hallarla en la garganta y nasofaringe de portadores en buena salud – y son un ingrediente clave del *Emmental*, famoso queso suizo.

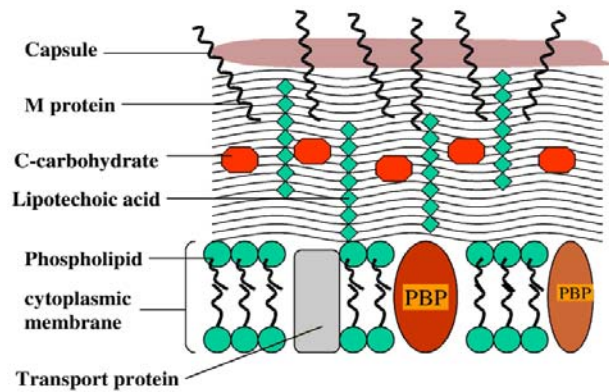




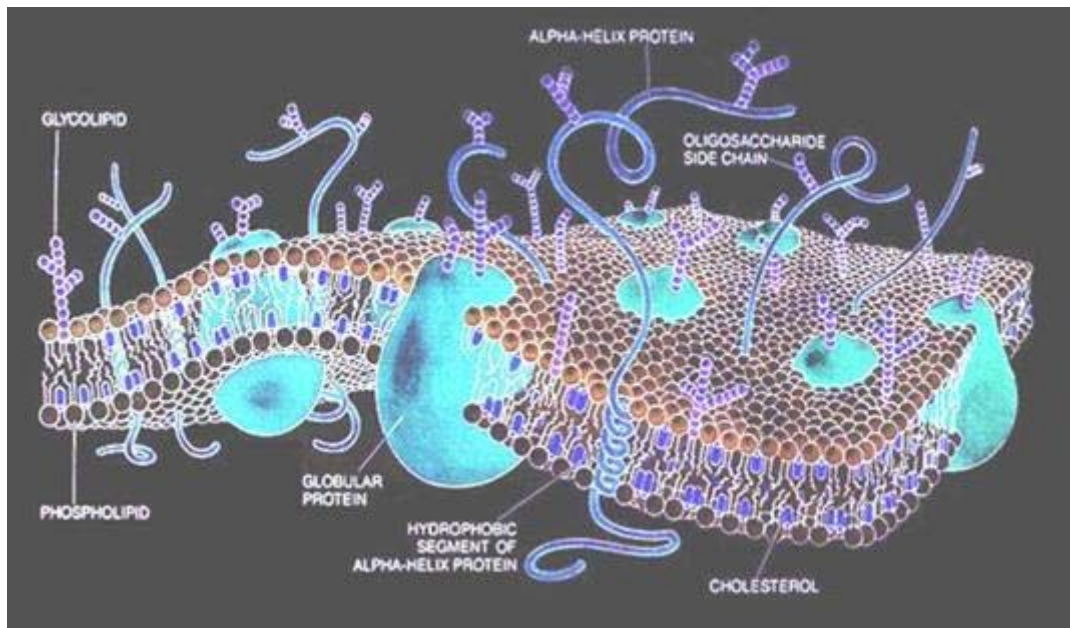
Arriba, un glóbulo blanco humano (verde) fagocita o "deglute" *Streptococcus pyogenes* (rojo) en una imagen lograda por Kobayashi *et al.*, PNAS vol. 100 no. 19, imagen de la tapa, Sept.16, 2003 <http://www.pnas.org/content/100/19.cover-expansion>



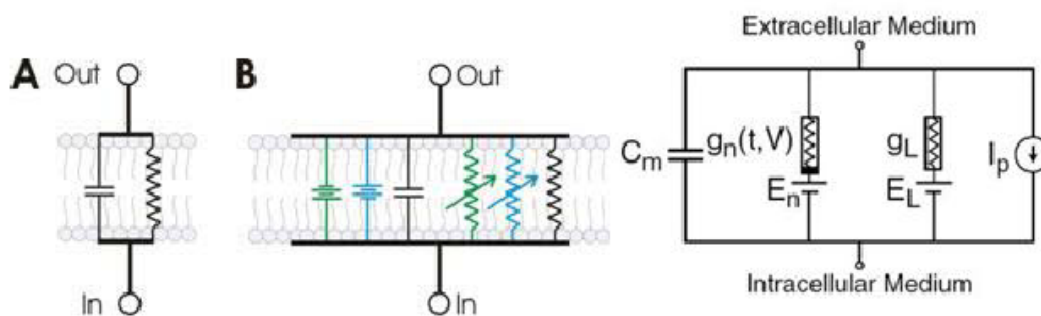
Arriba: izquierda, imagen de otro glóbulo blanco (macrófago) enfrentando cadenas de *Streptococcus pyogenes*; a la derecha, otros efectos subcutáneos (fascitis necrotizante) que puede provocar si su infección se impone sobre la defensa inmune.



Esquema de la estructura del espesor de la pared que recubre cada esférula ("celula") de *Streptococcus pyogenes*



Esquema tridimensional del corte de una membrana celular, dibujado por la artista Dana Burns. El dinámico mosaico fluido está formado por lípidos (es decir, grasas) y proteínas. La bicapa lipídica forma un andamiaje por donde las proteínas se difunden libremente. Pueden hallarse componentes glúcidos formando proteínas (glucoproteínas) o grasas (glucolípidos). Otro importante componente mostrado es el colesterol, que se intercala entre moléculas lipídicas y afecta la fluidez y la estabilidad membranales. La estructura cumple funciones biológicas esenciales, en la respuesta inmune, el metabolismo celular, la neurotransmisión, la fotosíntesis, la adherencia celular y el crecimiento y diferenciación de las células. Su detallado conocimiento es crítico para aplicaciones comerciales vinculadas al seguimiento de las respuestas a drogas, su manufactura química, los biosensores, las conversiones energéticas y la ingeniería de tejidos. Podemos compararlo con el esquema eléctrico de abajo, con el que se representa a la membrana en los modelos de tipo llamado Hodgkin-Huxley. En el esquema eléctrico (abajo, derecha), se representa la bicapa lipídica como una capacitancia (C_m). Los canales de pasaje de iones, que se abren y cierran según el voltaje del campo en que están inmersos, están representados por conductancias no lineares (g_n) y lineares (g_L), respectivamente. Los gradientes electroquímicos que impulsan el flujo de iones se representan como baterías (E), y las bombas que bombean e intercambian los iones se representan como fuentes de corriente (I_p). A la izquierda (A, B) se muestra cómo se articulan estos elementos. En A, un circuito básico RC (resistencia/condensador) superpuesto sobre una membrana bicapa, muestra la relación entre ambos. Como se muestra en B, se pueden utilizar circuitos más elaborados para representar modelos de membranas con canales iónicos, como este ejemplo con canales de sodio (azul) y potasio (verde).



Eso que Kuhn llamó *paradigmas* proporcionan modelos de investigación durante los largos períodos de ciencia normal. Indican la madurez de una ciencia — no el rechazo constante de las realizaciones ya logradas. Definen así para todo un período histórico los problemas y métodos legítimos en su dominio, evitan que cada autor deba construir su propio campo desde los cimientos, y fijan una dirección a las observaciones y experimentos. Con ello la investigación progresa: *no al azar del buen sentir* de qué sea relevante entre los infinitos sucesos de la realidad, sino con la *firme guía de lo que ya mostró ser eficaz*. Una característica de los paradigmas los hace aptos para esta labor: al contrario de la idea de teoría, cuerpo conceptual *acabado*, los paradigmas *dejan muchos problemas por resolver*.

Son estos problemas los que van a ocupar la inteligencia de los científicos y durante largos años serán objeto de su tenacidad. Al ocuparse con más detalle de fenómenos seleccionados —aun dejando de lado otros fenómenos, que el paradigma no problematiza y tal vez ni siquiera tematiza— la efectividad de la investigación aumenta.

Añade Kuhn que los trabajos de investigación comienzan en el exacto lugar donde el libro de texto deja de ser preciso. Los enigmas son planteados en artículos generalmente breves, destinados a colegas que comparten la misma educación profesional: el mismo paradigma. Ya que toda creación científica está acompañada, necesariamente, de la creación de nuevos conceptos —los *conceptos teóricos* de los que hablábamos antes— y de una redefinición de los términos de uso común —pensemos en el concepto teórico de *inmunidad* o el término *tornasol*, de uso común, pero que designa una disposición específica de un papel a reaccionar ante la acidez o alcalinidad de una sustancia, redefinido en consecuencia con respecto al lenguaje ordinario— los escritos de la ciencia devienen *esotéricos*, es decir, ilegibles para profanos. Estos, para comprenderlos, deberían poseer el dominio del uso del lenguaje tal como es empleado en el paradigma en cuestión.

La afirmación fuerte de Kuhn puede ser enunciada así: *la ciencia se define por la posesión de estas estructuras conceptual-empíricas —los paradigmas— por parte de una comunidad científica que los utiliza para expandirlos, durante el período de ciencia normal, y los abandona y sustituye durante las revoluciones científicas*.

¿En qué consiste la ciencia normal?

2.1. Los paradigmas. Primeramente veamos, con mayor precisión aun, qué es un paradigma. Una primera aproximación fue brindada por Kuhn cuando nos indicó que está formado por un cuerpo de *teoría, aplicaciones y experimentos ejemplares*.

¿Por qué insiste Kuhn en que las aplicaciones, y hasta los experimentos, son parte del paradigma, en vez de dejarlos, como la concepción tradicional en filosofía de la ciencia, en la zona corroboratoria o refutatoria de la teoría, más que como parte integrante de la misma?

Aquí radica una de las innovaciones fundamentales planteadas por este autor y que clarifica notablemente la tarea emprendida por la ciencia normal. Recordemos en breve qué eran las *leyes* para la filosofía de la ciencia tradicional: enunciados generales de la forma clásica aristotélica "Todo S es P", ejemplificado por "Todos los hombres son mortales" o "Todos los cuerpos caen con una velocidad que es proporcional a la altura de caída". Habíamos mencionado que en la notación de la lógica matemática su forma era: $\forall x (Px \rightarrow Qx)$; para todo individuo x , si se encuentra en la situación P , entonces se encontrará en la situación Q , lo que podríamos ejemplificar diciendo: "si los ratones del experimento se encuentran hambrientos, entonces encontrarán el camino a través del laberinto".

Lo problemático en esta concepción acerca de las leyes era el *todos* de la lógica aristotélica, el cuantificador universal de la lógica formal moderna: $\forall$. Tal forma lógica, que se suponía propia de las leyes científicas, admitía ejemplos absurdos, que difícilmente pudiera pensarse fueran leyes – aunque más no fueran las triviales leyes del conocimiento común, como "el sol sale todos los días". Vamos a considerar sólo dos de estas dificultades, que ponían sobre la pista de que algo no funcionaba en la mencionada concepción acerca de las leyes.

El primer ejemplo, que podría multiplicarse al infinito, lo constituye el siguiente enunciado general, con las *características formales* de las leyes: "Todas las manzanas del canasto están maduras". Lo contrastamos, y comprobamos que es cierto. ¿Será una ley, ya que tiene *la forma lógica requerida*? Difícilmente podemos admitir una ley para un canasto prolijamente preparado con manzanas maduras. Estos enunciados fueron llamados, para diferenciarlos de las leyes, *generalizaciones accidentales*, ya que era totalmente accidental –no *necesario*, como deben serlo las leyes– que se cumpliera la generalización establecida. Numerosos intentos de *diferenciar lógicamente las leyes de las generalizaciones accidentales* revelaron la dificultad o quizás la imposibilidad de la tarea.

Otro ejemplo, todavía más difícil de resolver que el anterior, lo proporciona el enunciado que describe la siguiente situación posible. Supongamos que la Sra. Fernández tiene un huerto de manzanos que, curiosamente, en vez de manzanas da peras. Para plasmar una ley científica, ¿basta contar la forma lógica y el acuerdo con la observación? "Todos los manzanos del huerto de la Sra. Fernández dan peras" tiene la forma lógica de las leyes, y esta vez la generalización no es accidental puesto que importa que *necesariamente los manzanos dan peras*. Pero no se puede aceptar una ley que funcione exclusivamente en el huerto de nuestra buena señora, y no lo haga, o tal vez no lo haga, en el terrenito del vecino.

Un ejemplo de la misma índole, y más acorde con nuestra experiencia, sería que el terreno del Sr. García diera permanentemente las mejores sandías del país. "Todas las sandías del terreno del Sr. García son más grandes y jugosas que las de cualquier otro" es, al igual que el enunciado acerca de los manzanos de la Sra. Fernández, un enunciado necesario y no accidental, tal como se comprobó en numerosas exposiciones agrícolas. Sin embargo, no sería tampoco una ley. Para estos últimos ejemplos, los esfuerzos por diferenciarlos de las leyes auténticas son igualmente arduos, y quizás también infructuosos.

En la concepción de Kuhn, estos inconvenientes se debilitan, ya que *lo que caracteriza a la ciencia no son las leyes, sino los paradigmas de cuya estructura emergen y los enunciados legaliformes (leyes)*.

Bien; hemos mencionado inconvenientes lógicos de las leyes, derivados de la concepción tradicional. Añadiremos ahora un obstáculo que pudiera ser descrito como empírico, por el que la ley, como enunciado cuantificado universalmente, no se ajustaba a la forma real de las teorías científicas. Las leyes de Newton, por ejemplo, luego de ser mencionados los tres principios generales, no se adaptan a *todo*, sino a péndulos, por ejemplo, y para esto existe la ley de péndulos; al sistema planetario, y aquí intervienen las leyes de Kepler y el factor gravitatorio; a flúidos en movimiento, mediante leyes específicas; a cuerpos que caen, con su ley, etcétera.

Es decir, las leyes no hablan de *todo*, sino de segmentos pequeños de realidad, trozos o retazos de lo real: sistemas balísticos, cuerpos que caen, sistema tierra-luna, sistema tierra-sol, bolas que entorchocan, etc.

Cada uno de estos retazos de realidad se denomina *modelo* de la teoría en cuestión, siguiendo una terminología matemática, para la cual el término *modelo* designa los ejemplos reales, y no, como en otras acepciones, lo abstracto, lo teórico. Hace mucho que algunos físicomatemáticos sueñan con la posibilidad de un modelo de *everything*, es decir un modelo de todo lo que hay y algunas cosillas más. Hasta vienen convocando importantes congresos para analizar esa posibilidad. Pero bien reconocen que esa

área de labor es la especulación, una actividad vinculada tal vez con el contexto de descubrimiento; pero no ciencia. En ciencia los modelos tienen una referencia concreta: se refieren a un segmento de la realidad.

Retengamos esta distinción: *el modelo en nuestra terminología es lo real, lo extralingüístico a que se aplica lo abstracto*. Adoptaremos, siguiendo a la moderna filosofía de la ciencia, este uso a lo largo del presente texto.

La complejidad de la ciencia no se refleja adecuadamente pensando que se trata de leyes generales, corroboradas y potencialmente refutables. Esta estructura, en cambio, es precisamente la de un paradigma: *principios generales*, de los que se derivan *leyes específicas* a cada sector de la realidad, y los *modelos* empíricos a los que se aplican.

En la "Posdata", añadida siete años después a su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn clarifica el concepto de *paradigma* empleado anteriormente. Para su exposición, emplearemos libremente esa "Posdata" y los posteriores refinamientos logrados por la concepción estructural de las teorías, aceptados en modo explícito por Kuhn como relevantes a su pensamiento. No recurriremos a profundidades lógicas, pero señalemos, antes de iniciar una breve exposición acerca de la naturaleza de los paradigmas, que a la *concepción estructural* –que parte del análisis lógico de teorías científicas, prosiguiendo en otro plano los afanes del neopositivismo– le es posible reconstruir con todo rigor formal teorías de la historia de la ciencia *formuladas laxamente, imprecisamente*, y con ello *hacer coincidir la historia con el análisis lógico*, superando así los inconvenientes ya explicitados: el reproche de no dar cuenta de teorías reales, ni del curso efectivo de la historia.

Los paradigmas, entonces, están formados por:

I) *Generalizaciones simbólicas*. Son enunciados generales que encabezan a los cuerpos teóricos, expresados tanto en términos matemáticos como en palabras de lenguaje común. Por ejemplo: $f = ma$ es la escritura matematizada del segundo principio de Newton. En lenguaje cotidiano, ejemplos serían "la acción es igual a la reacción" o "los intercambios biológicos en los animales superiores, particularmente en el hombre, se efectúan en un *medio interno* que tiende a mantener constantes las proporciones de sus componentes", como diría C. Bernard, inaugurando con esta generalización simbólica el paradigma fisiológico moderno.

Contrariamente a la concepción hipotético-deductivista, estas generalizaciones simbólicas o principios *no son refutables, puesto que su contacto con la realidad, como veremos a continuación, no es inmediato*. Entre ellos y ésta se interponen *leyes especiales*, que son las que se contrastan efectivamente. La función de los principios es la de ser un *esquema de ley*,

la forma *general* que deben adoptar todas las *leyes especiales que forman el entramado teórico y empírico del paradigma*. Estos esquemas de ley son también llamados *principios-guía*.

Estos puntos serán más claros cuando consideremos el siguiente componente de los paradigmas kuhnianos:

II) *Modelos empíricos de aplicación*: Si las generalizaciones simbólicas no se aplican indiscriminadamente a *todos* los elementos de la realidad, sino a pequeñas porciones perfectamente caracterizadas –sus modelos–, es evidente que si queremos saber *de qué habla* un paradigma, debemos incluir en el mismo estos ejemplos empíricos. La teoría newtoniana habla de péndulos, cuerpos que caen, sistemas balísticos, líquidos que fluyen, el sistema planetario, bolas que entrec chocan, una bola suspendida de un resorte, etc.; cada uno de estos ejemplos constituye un modelo de la teoría. El paradigma del medio interno, en su primera aplicación exitosa, habla principalmente de glucosa.

Ahora bien, para *aplicar* el principio fundamental newtoniano, la generalización simbólica $f = ma$ debe sufrir una modificación, en que la fuerza y masa genéricas se transformen en la fuerza y masa específicas de cada modelo. Y no es que baste poner "fuerza de péndulo" o "masa de caída libre". La transformación es más compleja. En el caso de la caída libre, $f = ma$ se convierte en mg , que es igual a

$$\frac{d^2s}{dt^2}$$

En el péndulo simple, $f = ma$ se convierte en $mg \sin\theta =$

$$-ml \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

y así sucesivamente para cada modelo.

Muchos estudiantes de biología o medicina han advertido las dificultades para entender cómo los niveles de glucosa se mantienen constantes en el organismo, dificultades que originaron sucesivas modificaciones y ampliaciones a la formulación primitiva de C. Bernard. Recordarlo nos sirve para comprender que la aplicación de la generalización simbólica que preside el paradigma a otros campos de la realidad no es trivial. También nos permite vislumbrar por qué, una vez instituida como programa de investigación, abre caminos y preguntas fértiles para sucesivas generaciones de investigadores en una labor colectiva.

Es interesante destacar, como ya se habrá notado, que la relación existente entre las generalizaciones simbólicas y las leyes especiales para cada modelo, en cierto sentido descendientes suyas, *no es una relación*

deductiva. La versión neopositivista e hipotético-deductivista de la ciencia declaraba que lo característico de la misma es su *armazón deductivo*. Mas ello está radicalmente alejado de la ciencia tal cual se practica, pese a las manifestaciones que puedan hacer los propios científicos a lo largo de sus trabajos. No pocos entre ellos aún acostumbran a presentarlos de una manera canónica, regida por el pensamiento deductivo y calcada sobre el modelo axiomático que propuso Euclides –y posteriormente Aristóteles– para devenir posteriormente hipotético-deductivo.

Desde la fórmula $f = ma$, no hay ninguna deducción posible que lleve, por ejemplo, a la ecuación que representa el movimiento del péndulo elástico:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0$$

O cuando Newton pasa de sus tres principios a las leyes de Kepler, introduciendo entre otras cosas la gravitación y la disminución de su intensidad de acuerdo al cuadrado de la distancia, y dice, completamente convencido de ello, que se *deducen* de los primeros, genera un autoengaño que se ha prolongado hasta nuestros días. Pues no hay ninguna necesidad deductiva entre, por una parte, el conjunto de las tres leyes de Newton: la ley de la inercia, la ley de que la intensidad de una fuerza pueda expresarse como el producto de la masa inercial por la aceleración que padece, y la ley de igualdad entre acción y reacción; y, por la otra parte, el que la relación entre distancia y gravedad sea cuadrática. Esta, lógicamente entendida, podría ser cualquier otra. Así lo es en diversos modelos contemporáneos, en cosmología o en la microescala. Incluso los mismos newtonianos, ante la desesperación causada porque nunca eran del todo correctos los cálculos aplicables a la Luna en su ciclo alrededor de la Tierra, en algún momento pensaron en proponer otra relación menor que el cuadrado: una, que hiciese coincidir los cálculos con las revoluciones lunares. Este proyecto fue posteriormente abandonado, para conducir a un nuevo triunfo de las intuiciones newtonianas, con un nuevo cálculo más preciso y que al mismo tiempo conservó el cuadrado de las distancias.

Lo mismo ocurre con la dinámica de los modelos de los circuitos eléctricos corporizados por la membrana de las células, que vimos en las ilustraciones más arriba. Julius Bernstein (1839–1917), neurobiólogo y biofísico pionero, en 1902 comenzaba así sus *Investigaciones sobre la termodinámica del tejido bioeléctrico*: "Las corrientes eléctricas observadas en numerosos órganos vivos de animales y plantas han llegado a ser objeto de múltiples investigaciones. Detectamos esas corrientes en músculos, nervios, glándulas secretoras y órganos eléctricos de los peces 'tumbadores', así como en tejidos vegetales (...) Tórnase verosímil que todas estas corrientes

tengan un modo similar de generarse, si no el mismo; y que sus capacidades y potencia dependan de las condiciones estructurales y composición química de la células que forman cada órgano." Con los estudios de Bernstein se inició la electrofisiología moderna. Este autor determinó las bases electroquímicas de los fenómenos bioeléctricos en músculo, nervio y cerebro y, con base en la ecuación de Nernst, aportó las generalizaciones simbólicas.

Veamos un poco este nivel de las generalizaciones simbólicas en electroneurobiología, que a su vez resultan aplicaciones de generalizaciones más amplias de la física. Bernstein desarrolló su teoría para explicar los bio-potenciales de membrana a consecuencia de la hipótesis de Emil du Bois-Reymond (1818-1896), quien había postulado la existencia de partículas eléctricas regularmente ordenadas a lo largo de la superficie del músculo y del nervio. Bernstein desarrolló su teoría sobre la base de los trabajos de Wilhelm Ostwald (1853-1932, premio Nobel de química por sus trabajos sobre catálisis, equilibrio químico y velocidades de reacción, y prologuista de nuestro José Ingenieros) y del físico Walther Hermann Nernst (1864-1941) sobre la diferencia de potencial eléctrico entre dos soluciones del mismo electrolito a dos concentraciones diferentes, separadas por una membrana selectivamente permeable. El electrolito de mayor movilidad tenderá a avanzar más rápidamente que los demás. Creará pues un frente eléctrico de su mismo signo, manifiesto como una diferencia de potencial eléctrico entre las dos soluciones. La diferencia de potencial generada se puede calcular mediante la ecuación derivada por Nernst. Una versión simplificada de esta ecuación aparece en casi todos los textos de fisiología:

$$E_K = \left(\frac{RT}{F} \right) \ln \left(\frac{[K_e^+]}{[K_i^+]} \right),$$

donde $[K_e^+]$ es la concentración extracelular del potasio y $[K_i^+]$ su concentración intracelular; E_K es el potencial eléctrico transmembrana, R es la constante de los gases, T la temperatura absoluta y F la constante de Faraday.

Pero no es posible pasar directamente desde ese paradigma de la física a las leyes especiales que permiten aplicación exitosa a la electroneurobiología: *no es posible deducirlas*. Por eso Hodgkin y Huxley realizaron las mediciones en el axón gigante de calamar, cuyo carácter axonal había sido demostrado en el año 1936 por el neuromalacólogo J. Z. Young (1907-1997). Esta fibra – nerviosa, pues – tiene un diámetro convenientemente grande, cercano al milímetro. Saliendo ya de las generalizaciones simbólicas logradas por Bernstein al advertir la aplicabilidad de la ecuación de Nernst,

una primera ley especial es la que dice que la conducción del potencial de acción, en ese y cualquier axón, está gobernada por la ecuación diferencial

$$\frac{-a}{2R} \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + C \frac{\partial V}{\partial t} + G_l(V - V_l) + G_{Na}^0 m^3 h (V - V_{Na}) + G_K^0 n^4 (V - V_K) = 0 \quad (1)$$

en donde C es la capacidad por unidad de área del axón (de radio a y resistividad axoplasmática R). Las funciones m , h y n , son dependientes del tiempo y del valor del potencial de membrana, y están relacionadas con las conductancias del sodio Na y del potasio K por medio de las expresiones:

$$G_{Na} = G_{Na}^0 m^3 h \quad y \quad G_K = G_K^0 n^4 \quad (2)$$

A su vez, Hodgkin y Huxley modelaron la dinámica de las funciones n , h y m , por medio de las ecuaciones:

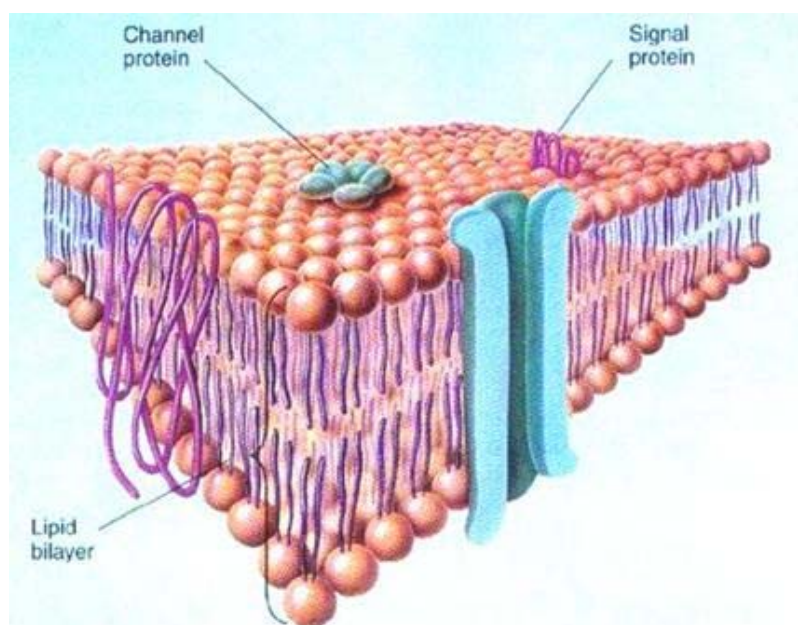
$$\frac{d\Theta}{dt} = \alpha[V](1 - \Theta) - \beta[V]\Theta \quad (3)$$

en donde Θ representa a cualquiera de las funciones n , h o m , y los coeficientes α y β (dependientes del valor del potencial de membrana) son distintos para cada una de esas funciones. Es interesante destacar que Hodgkin y Huxley llegaron a esta dinámica por un cuidadoso análisis del comportamiento de las conductancias para los iones sodio y potasio, lo que fue posible gracias al desarrollo de la *técnica* de la pinza de voltaje.

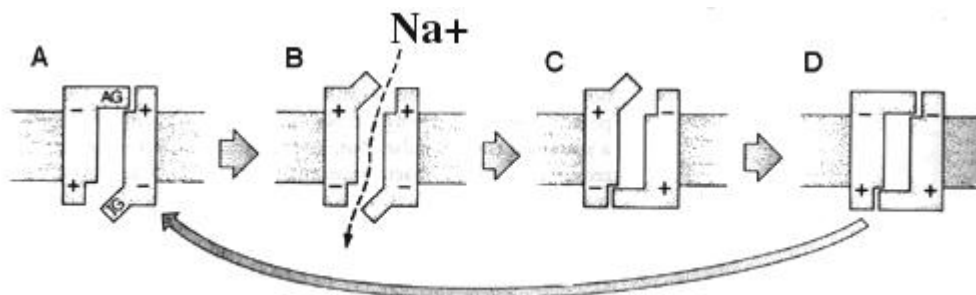
Desde un punto de vista matemático el sistema de ecuaciones (1-3) constituye un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, acopladas, no lineales, dependientes del espacio y del tiempo. En 1952, Hodgkin y Huxley realizaron una integración del modelo empírico de aplicación constituido por el sistema de ecuaciones (1-3), *logrando reproducir exitosamente las principales características observadas para el potencial de acción*. A modo de ejemplo indicaremos que, por este procedimiento de integración, la velocidad de propagación del impulso nervioso hallado por Hodgkin y Huxley fue $18,8 \text{ ms}^{-1}$ (metros por segundo), que en el axón real es de $\sim 21 \text{ ms}^{-1}$. Pero otras características no se modelaban tan bien. A pesar de los éxitos en la predicción del ritmo y las características cualitativas del potencial de acción, resultaba imposible hallar leyes especiales para predecir ciertas características esenciales, tales como la adaptación y la derivación eléctrica. El modelo original de Hodgkin y Huxley empleaba únicamente dos corrientes sensibles al voltaje: el sodio de acción rápida y el potasio de rectificación interna. Hoy en día los científicos creen que existe una

gama mayor de corrientes sensibles al voltaje, y que las implicaciones de las dinámicas diferenciales, las modulaciones y la sensibilidad de estas corrientes son muy importantes para el ajuste de los modelos empíricos de aplicación que procuran descripciones tanto funcional como biológicamente realistas de neuronas (y sistemas neuronales), su fisiología y su dinámica.

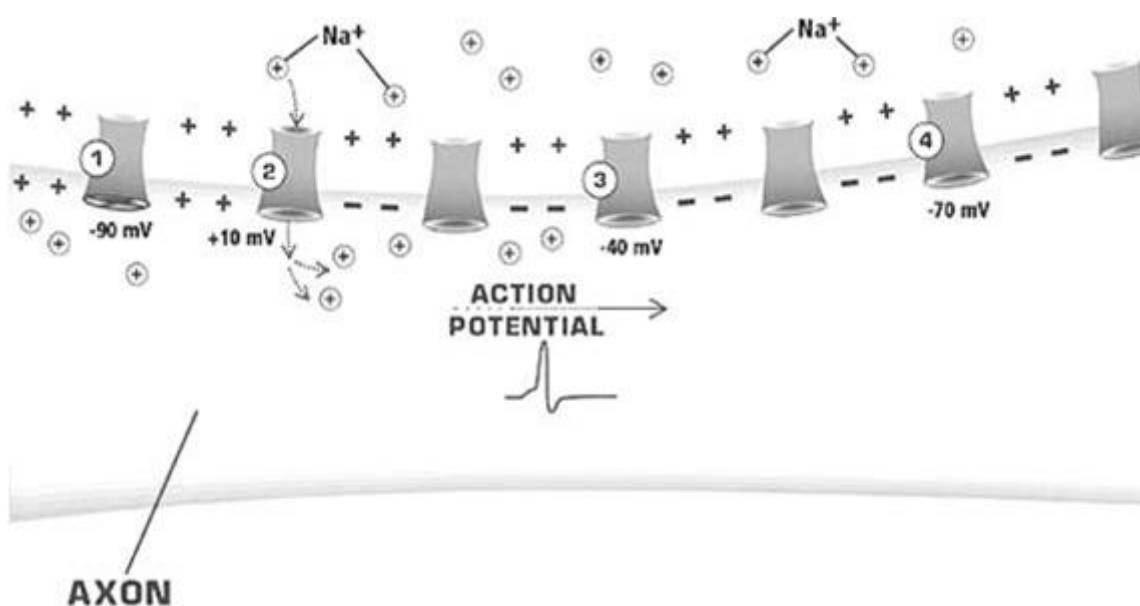
El proceso, en esta aplicación, es un cambio muy veloz en la polaridad de la membrana, cambio que va de negativo a positivo y de vuelta a negativo, en un ciclo que sólo dura algunos milisegundos. En él, algunos canales iónicos que atraviesan la membrana se abren y se cierran según el voltaje que establece, en ese momento, el potencial del campo eléctrico en que están inmersos - cuya intensidad local depende de la distribución espacial de las concentraciones de las cargas iónicas no equilibradas. Tales canales, para abrirse y cerrarse, deben cambiar de forma. Aunque en realidad tienen formas más complejas, un modo elemental de figurárselos es así:



Un sencillo modelo del canal sensitivo al voltaje para iones de sodio, Na^+ , mostraría cuatro posiciones. (A) En reposo, el portal de activación (AG) está cerrado y el de inactivación (IG) abierto. (B) Durante la activación, ambos portales se abren. (C) En la inactivación, se cierra el portal de inactivación, el de activación aún permanece abierto. (D). Durante el período refractario, ambos portales están cerrados. Dibujándolo:



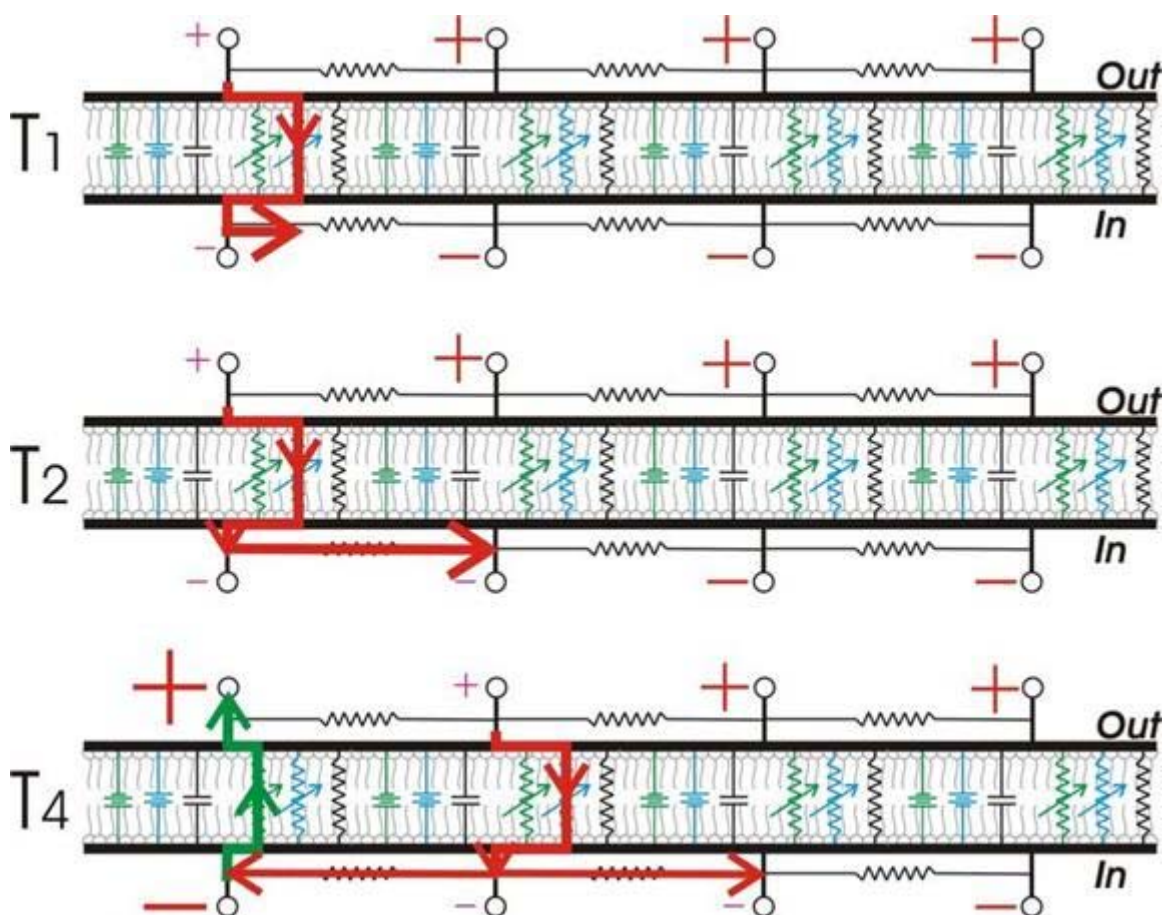
Esto permite figurarse el corte longitudinal de un axón del modo que sigue, con un potencial de acción (*action potential* en la figura siguiente) moviéndose hacia la derecha. El potencial de acción no alcanzó aún el punto 4; en este, la membrana todavía está en reposo. En el punto 3, iones positivos, de sodio, se están moviendo desde la región adyacente, despolarizando esta zona; los canales de sodio se están por abrir. El punto 2 está en el máximo del potencial de acción; los canales de sodio están abiertos y hay un flujo de esos iones entrando al axón. El potencial de acción ya pasó por el punto 1; allí los canales de sodio están otra vez inactivados y la membrana está hiperpolarizada.



Recordemos que, según el paradigmático marco teórico de la repulsión electrostática, una vez dentro, los iones positivos impulsan los iones positivos próximos a lo largo del axón y atraen los iones negativos desde la membrana adyacente. Se generan así tres *fases del potencial de membrana* – no sólo del potencial de acción, donde estas fases juntas forman un arco sinusoidal deformado, cuya amplitud depende de las características de espacio y tiempo transcurrido en la interacción con el electrodo (o transistor de efecto campo) del aparato registrador. Cada ciclo comprende una fase ascendente (*despolarización*), una fase descendente (*repolarización*) y una fase hiperpolarizada.

Estos modelos empíricos de aplicación captan las características esenciales del sistema biológico en múltiples escalas espacio-temporales, desde las corrientes de membranas, proteínas y acoplamiento químico hasta las oscilaciones de redes, la arquitectura topográfica y de columnas neuronales, y el aprendizaje automático y estadístico. Tales modelos son ante todo computacionales. Los mismos se emplean para confrontar aquellas

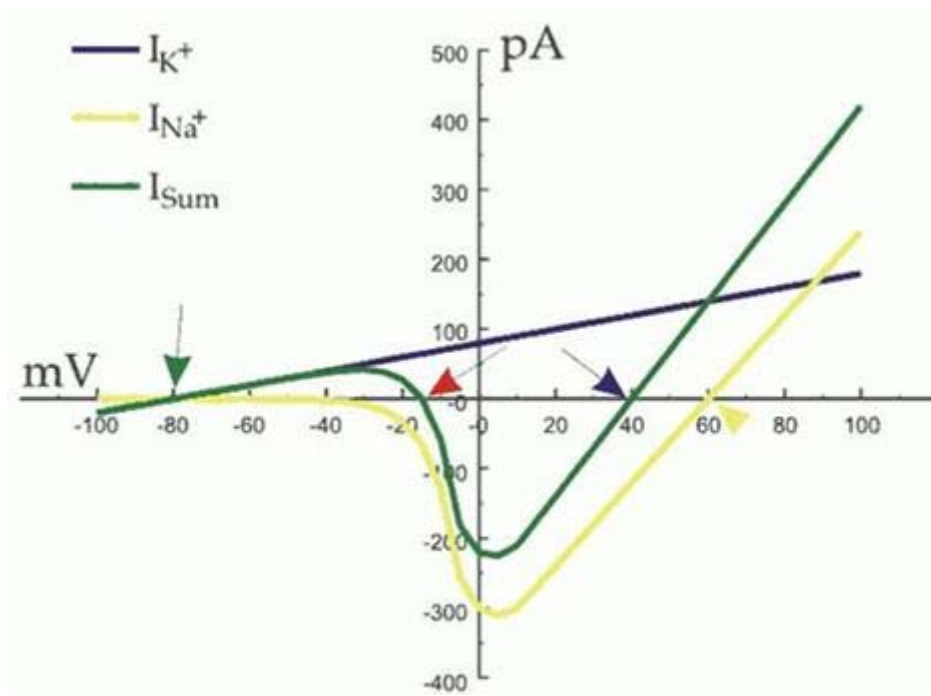
hipótesis derivadas que sean directamente verificables mediante experimentos biológicos, realizables en la actualidad actuales o bien futuros. Se dispone de una variedad de programas, como el *GENESIS* o el *NEURON*, que permiten *in silico*, es decir en el "chip", un modelado sistemático y veloz de neuronas que, para ciertos aspectos relevantes, resultan realistas. *Blue Brain*, una colaboración entre IBM y la Escuela Politécnica Federal de Lausana (Suiza), pretende construir, en el superordenador *Blue Gene*, una simulación biofísica detallada de una columna cortical cerebral.



Los potenciales de acción en propagación pueden ser modelados con éxito combinando varios circuitos RC, cada uno de los cuales representa un anillo de membrana. Este diagrama en tres partes, que emplea como guía el modelo eléctrico de la membrana, muestra cómo un potencial de acción se propaga por esta. Una despolarización local abre canales de sodio locales. La corriente eléctrica consistente en el flujo de sodio causa la despolarización (T1) de la membrana, que se expande hacia sectores membranales adyacentes, despolarizándolos también (T2). Así los canales de sodio en este sector adyacente también se abren, y la despolarización se propaga a lo largo (T4). En tanto, la corriente retardada rectificadora de iones potasio fluye en el anillo o sector original de la membrana, causando la fase descendente del potencial de acción. No se muestra T3, pero puede imaginárselo por interpolation. En T4, la despolarización se propaga en ambas direcciones de la membrana: también hacia donde el potencial de acción se había originado. Esto no origina un segundo potencial de acción porque allí la membrana se ha tornado refractaria, lo que permite la conducción en una dirección sola.

Para terminar con estos modelos empíricos de aplicación a la dinámica electroneurobiológica, señalemos algunas otras formas que tiene el científico para visualizar esa dinámica. El origen del umbral del potencial de ac-

ción puede visualizarse en la curva de intensidad contra voltaje (I/V). Esta representa las corrientes iónicas a través de los canales, frente al potencial de membrana. La curva I/V de la imagen siguiente es una relación instantánea entre corrientes. Se muestra el pico de corrientes a determinado voltaje, registrado antes de que ocurra ninguna inactivación (1 milisegundo tras alcanzar ese voltaje para el sodio). La mayoría de los voltajes positivos del gráfico sólo pueden conseguirse por medios artificiales, mediante la aplicación de electrodos a las membranas.



Gráfica de corrientes (flujo iónico) frente a voltaje (potencial de membrana), ilustrando el umbral (flecha roja) del potencial de acción de una célula ideal.

Biológicamente, en las neuronas la despolarización se origina en las sinapsis dendríticas (la siguiente es una representación artística de dos de ellas, en una espina dendrítica bifurcada; la dendrita de la que emerge la espina aparece abajo, a la izquierda), aunque, en principio, los potenciales de acción podrían generarse en cualquier punto a lo largo de la fibra nerviosa.



Queda pues bien claro, con todas estas ilustraciones del trabajo científico concreto para lograr la aplicación exitosa de los modelos empíricos, que las leyes especiales *no se deducen* de los principios de un paradigma. No hay manera de saltar desde el paradigma hasta ellas.

Se llega a encontrarlas guiándose por los parecidos que guardan con ellos, y por otras leyes especiales. De ahí el proceso de enseñanza de los paradigmas, que consiste en el ejercicio de aplicación a modelos.

Este proceso hubiera pasado inadvertido ante la primacía acordada a la deducción –que se ha visto no corresponde al engarce de la teoría con sus aplicaciones– o al método — del que se puede prescindir si conocemos adecuadamente el ejercicio, la práctica, lo empírico del oficio de científico sólidamente regido por paradigmas.

Un paradigma consistirá en las generalizaciones simbólicas y, *además*, en los *modelos* efectivos en los que su aplicación es exitosa, entre los que se encuentran, como un subconjunto especial, los primeros en proponerse históricamente. Estos sirven de patrón, de medida y de ejemplo al resto de los modelos.

Generalizaciones simbólicas y modelos van inescindiblemente unidos. Hay una poderosa razón para ello. *Sin el conjunto de los modelos, las generalizaciones simbólicas carecerían de una semántica adecuada (llamamos semántica a la relación entre los conceptos y aquello a lo que se refieren)*: existirían sólo como un cálculo abstracto, no como parte de una teoría empírica.

Esta integración de la teoría y los hechos, de lo abstracto y lo empírico, constituye una de las características más notables de la innovación que enuncia Thomas Kuhn, sobre la que da otra "vuelta de tuerca" al insistir en que *los hechos sólo se reconocen como tales cuando se encuentran encuadrados en cierta teoría*, con lo que hechos y teorías se imbrican y causan mutuamente.

Se pregunta acertadamente, y nos transmite a su vez la pregunta: ¿cuándo se puede considerar descubierto el oxígeno? ¿Cuando Priestley lo encuentra, pero no lo reconoce como tal? ¿O recién cuando es reconocido conceptualmente como tal, y comprendido con sus propiedades, en la teoría química posterior, de Lavoisier?

Una consecuencia paradójica de tal línea de pensamiento es que se borron las diferencias supuestamente netas entre descubrimiento –de algo que ya está– e invención –de algo nuevo– puesto que *todo descubrimiento necesita la invención conceptual que lo califique y ordene, y toda invención asigna un nuevo lugar a los sucesos ya conocidos, descubriéndolos de alguna manera*. El historiador O'Gorman sostuvo hace años una tesis similar con respecto al descubrimiento de América por Cristóbal

Colón ya desde el título de una de sus obras mayores: *La invención de América*.

Generalizaciones simbólicas y modelos, teoría y hecho, descubrimiento e invención, unidos íntimamente, intrincadamente, indisolublemente, como "*instancias*" de una realidad a la que ante todo se estima homogénea, son un aspecto de este pensamiento que *se niega a hacer la distinción tajante entre ambas instancias*, tal como la había pensado el neopositivismo.

Aclaremos que el conjunto de los modelos es un conjunto *abierto*, es decir, que no se agota en la enumeración efectuada en algún momento histórico de la evolución paradigmática: pueden adicionárseles o sustraérseles ejemplos. No se trata de un conjunto de enumeración "cerrada", extensionalmente definido. Un conjunto abierto tiene miembros enumerables, pero pueden agregarse o quitarse elementos sin que el conjunto como tal cambie: el conjunto de mis descendientes es un conjunto abierto; hoy lo forman cuatro hijos, mañana probablemente diez nietos, ocho biznietos, pero sigue siendo el conjunto de mis descendientes. A esta categoría pertenece el conjunto de modelos de un paradigma.

2.1.1. La investigación bajo el paradigma. Según estas especificaciones, la actividad científica radica en:

I) *Proponer nuevos trozos de la realidad como probables modelos de la generalización simbólica.* Sugerir, al comienzo de la era espacial por ejemplo, que las turbulencias provocadas por proyectiles o vehículos espaciales –la aerodinámica– fueran un modelo de la mecánica clásica de partículas, y pudieran seguir alguna modificación de las leyes fundamentales newtonianas, ampliando así el ámbito de aplicabilidad del paradigma en su conjunto.

II) *Encontrar la ley especial que regirá al modelo propuesto.* Labor investigativa que es, simultáneamente:

- intuitiva, al vislumbrar entre el infinito universo de las cosas, sus propiedades y relaciones, aquéllas factibles de ser modelos del paradigma;
- teórica, al formular la ley propia del modelo investigado;
- empírica, al comprobar lo adecuado de la ley propuesta a ese trozo de realidad.

Es en este nivel, el de los modelos específicos y sus leyes, donde tiene cabida, de alguna manera, el esquema hipotético-deductivo, que siguiendo a Karl Popper habíamos enunciado en capítulos anteriores. Existi-

rán, mediante la lógica refutacionista, al menos dos hipótesis para contrastar simultáneamente:

- 1) la primera, que tal zona de la realidad es efectivamente un modelo probable del paradigma;
- 2) la segunda, que la ley especial diseñada al efecto predecirá un comportamiento empírico de tal modelo.

Ambas hipótesis son contrastadas por la experiencia. *Si ésta es afirmativa, ambas son corroboradas.* Si es negativa, lo que niega con toda seguridad es que la ley especial sea adecuada al modelo, pero no niega nuestra primera suposición empírica, a saber: *la de que tal o cual parcela de la realidad sea un probable modelo del paradigma.* Permanece así abierta la investigación hacia la propuesta de otras leyes especiales, que serán a su vez contrastadas.

El método hipotético-deductivo continúa vigente, de manera parcial, en el proceso de investigación, ahora inserto en una totalidad más amplia, la del paradigma. El proceso de proponer nuevas leyes especiales, aunque la experiencia las niegue en cascada, puede continuar indefinidamente, al menos *mientras el experimentador tenga confianza en su intuición primera, y piense que no fue un error suponer que tal sector de la realidad es un modelo probable del paradigma y que terminará siendo un modelo efectivo, si su habilidad e inteligencia lo permiten.*

Con toda razón comenta Thomas Kuhn que el fracaso continuado en la investigación, más que tender a refutar al paradigma, lo que hace es arrojar dudas acerca de la idoneidad profesional del científico. *La experiencia refuta las hipótesis del investigador, no al paradigma.* En el curso de la historia, éste podrá tener más o menos modelos de aplicación, empequeñecerse o agrandarse, pero no se le negará vigencia en los modelos bien probados que lo integran.

Ni siquiera en caso de refutarse *todos* sus modelos quedaría refutado. Ya no sería una estructura empírica, pues no se referiría a ningún sector de la realidad. Pero el cálculo abstracto –las generalizaciones simbólicas– persistiría como tal, a la espera de que la historia de la ciencia le otorgase un campo empírico de aplicación, para pasar nuevamente desde el ámbito formal-abstracto, en el que quedó relegado, al de la ciencia empírica.

La investigación bajo el paradigma no se agota en la labor teórico-empírica de ampliación de su aplicabilidad. En ocasiones, el trabajo es eminentemente teórico, como podría ser una mejor formulación de sus generalizaciones simbólicas: recordemos que grandes matemáticos como Hamilton y Lagrange intentaron dar una mejor versión de las escrituras diferenciales de los principios de Newton, y lo lograron. En ocasiones, casi puramente

empírico, como sería encontrar medidas más precisas de las variables relevantes, con resultados todos refutables, falibles.

El paradigma es irrefutable –como Popper no lo supondría ni aceptaría, pensando que toda estructura científica se caracteriza por su refutabilidad–, *aunque exista refutación en la investigación cotidiana que se realiza bajo su influjo*, como bien lo advirtió el hipotético-deductivismo.

Investigación refutable, entonces, partiendo de bases irrefutables.

Persistencia de los hallazgos de la filosofía de la ciencia tradicional en medio de las aportaciones de la historia de la ciencia a la filosofía: esto hace que Kuhn se vea a sí mismo como un continuador de Popper más que como un trastocador absoluto, y justifica que la metodología hipotético-deductivista se proponga todavía como la forma canónica de redactar un trabajo científico, *aunque oculte* –por tratar la contrastación hipotético-deductivista de apenas un aspecto del todo complejo que son los paradigmas– *el marco más amplio, histórico, conceptual y empírico en que se inserta.*

La metodología es pues falsa por parcial, y desconcierta al científico haciéndole pensar que la investigación arranca de cero, bajo el influjo de la intuición genial, proponiendo que cada investigador sea un Newton o un Einstein; es desmoralizante para todo aquel que ignore que la ciencia avanza también, y mayoritariamente, no tanto creando nuevos universos para investigar, como los que abrieron estas figuras señeras –Althusser hablará de la *apertura de nuevos continentes*– sino más bien continuando el trabajo que ellos comenzaron. "Veo lejos pues estoy apoyado en los hombros de gigantes", dirá Claude Bernard.

El paradigma, bajo el que se realiza la investigación de la ciencia normal, enseña a los científicos:

1) Cuáles entes investigar: partículas en mecánica clásica, especies en biología evolucionista, etcétera.

2) Qué relaciones establecen los entes entre sí, mediante las leyes fundamentales, los principios-guía. Las *partículas* se relacionarán mutuamente como lo dice el segundo principio de Newton ($f = ma$), según su fuerza, su masa y aceleración y no cambian de especie de modo imprevisible o por ventura, ni se transmiten hereditariamente fortuitas variaciones; las *especies biológicas* coevolucionarán según el medio (o *nicho ecológico*, que incluye el ambiente físico, la especie en cuestión, y todas las otras allí sobrepuestas temporoespacialmente) reciba las variaciones totalmente casuales que a cada generación aparecen en su seno y son heredadas por los descendientes; *los principios-guía o leyes fundamentales que guían la ciencia de partículas son otros que aquellos que guían la ciencia de los seres vivos*;

3) Qué preguntas fértiles dirigir a los entes del paradigma en cuestión: cuáles son las fuerzas, masas y aceleraciones que sufren las partículas de la mecánica clásica; o cómo evolucionan y a través de cuáles transformaciones las especies, en el transformismo;

4) Las respuestas se encuentran totalmente dirigidas por las preguntas que surgen del paradigma, exigiendo que las soluciones sean compatibles con él.

2.1.2. El aprendizaje de paradigmas. Según lo cree Kuhn, el paradigma dirige la investigación de un modo que no vacilaré en calificar de inconsciente. Lo hace por medio de marcos de referencia aprendidos en el curso del entrenamiento profesional. Estos marcos de referencia resultan de un proceso que no es conceptual, en principio, sino práctico. Existe una primera parte en los manuales utilizados como libros de texto en la que se exponen conceptualmente los principios de la disciplina en cuestión. Mas a continuación existe, y con ello se agota su contenido, toda una sección destinada a *ejercicios*, en la que el alumno invierte el grueso de su tiempo. A tales ejercicios los describiremos básicamente como problemas, con solución asegurada, de aplicación de las generalizaciones simbólicas a innúmeras variedades de campos empíricos (*modelos* en sentido matemático).

"Como debe ser obvio ya, los científicos nunca aprenden conceptos, leyes y teorías en abstracto y por sí mismos. En cambio, esas herramientas intelectuales las encuentran desde un principio en una unidad histórica, pedagógicamente anterior, que las presenta con sus aplicaciones y a través de ellas. Una nueva teoría se anuncia siempre con aplicaciones a cierto rango concreto de fenómenos naturales; sin ellas, ni siquiera podría esperar ser aceptada. Después de su aceptación, esas mismas aplicaciones u otras acompañarán a la teoría en los libros de texto de donde aprenderán su profesión los futuros científicos. No se encuentran allí como mero adorno, ni siquiera como documentación. Por el contrario, el proceso de aprendizaje de una teoría depende del estudio de sus aplicaciones, incluyendo la práctica de resolución de problemas, tanto con un lápiz y papel como con instrumentos en el laboratorio. Por ejemplo, si el estudiante de la dinámica de Newton descubre alguna vez el significado de términos tales como 'fuerza', 'masa', 'espacio' y 'tiempo', lo hace menos a partir de las definiciones incompletas, aunque a veces útiles, de su libro de texto, que por medio de la observación y la participa-

ción en la aplicación de esos conceptos a la resolución de problemas".³⁸

Kuhn interpreta que esta situación es similar a la descrita por Ludwig Wittgenstein (1889-1951) en la solución que propone a la problemática cuestión de los "universales", forma técnica de referirse en filosofía a qué son y cómo funcionan los conceptos. En la versión clásica aristotélica, a esta cuestión se responde diciendo que los términos –las palabras– apuntan a la *esencia* de las cosas: a aquel conjunto de características por las cuales algo es lo que es. La definición de un término está dada por la enumeración de tales características.

Wittgenstein³⁹ nos propone un fácil experimento: pregunta por la definición de términos muy sencillos como "juego", o aun más simples como "silla", y constata que a cada conjunto de características que se mencionen es posible encontrar un contraejemplo que nadie dudaría en seguir llamando "silla" o "juego", pero que carece de alguna de ellas. Si la característica esencial para "silla" es tener cuatro patas, se limita a señalar un diseño de Bauhaus, en el que dos soportes inferiores y paralelos ocupan el lugar de las patas; si lo es que sirve para sentarse, apunta hacia un sillón, que también es para sentarse y no es una silla, o a una diminuta silla de juguete, en la que nadie puede sentarse nunca. Demuestra con esto que, al considerar un término y las características que se le acostumbran asociar, siempre ocurre que algunas de ellas se encuentran en unos miembros del conjunto de cosas que abarca el término en cuestión, mas no en otros; y que si multiplicamos las características supuestamente "esenciales", obtendremos una red de rasgos que cruzan el universo de objetos designados por "silla" o cualquier otro "universal". Va a decir que los objetos designados por un mismo término guardan entre sí un *parecido*, similar al que existe entre los miembros de una familia, pero, al igual que entre éstos, no una identidad. Relaciona a continuación las reflexiones precedentes con el aprendizaje de un lenguaje, y observa que los términos se aprenden, en su forma más

³⁸ Kuhn, T., *op. cit.*, pp. 85-86. Una nueva teoría anunciada sin aplicaciones a cierto rango concreto de fenómenos naturales, lo que la ha dejado como un conocimiento interesante a la espera de ellas, es la teoría de las catástrofes de Rene Thom, formulada después de las principales obras de Kuhn.

³⁹ Wittgenstein, L., *Los cuadernos azul y marrón*, Madrid, Tecnos, 2009. Disponibles para descarga gratuita desde la Red, por ejemplo en <http://en.scientificcommons.org/8827055> y en <http://www.scribd.com/doc/24120254/Wittgenstein-Los-Cuadernos-Azul-Y-Marron> El contenido de "El cuaderno azul" corresponde a apuntes de clase de los alumnos de Wittgenstein en el curso dictado en Cambridge en 1933-34. Las copias, a multicopia por estenciles, se encuadernaron con tapas azules. El contenido de "El cuaderno marrón" corresponde a unas notas que dictó Wittgenstein a dos de sus discípulos, Francis Skinner y Alice Ambrose, en 1934-35. Se realizaron sólo tres copias mecanografiadas. Se encuadernaron con tapas marrones. El contenido de los dos "cuadernos" se publicó postumamente como un sólo volumen y así ha venido haciéndose en las sucesivas ediciones. Formalmente son distintos (el cuaderno azul viene a ser un conjunto de notas y el cuaderno marrón está más elaborado y estructurado para una posible publicación). Sin embargo tienen de homogéneo el hecho de que en ellos aparece la idea o el concepto de "Juegos del lenguaje", marcando el punto de inflexión entre el Wittgenstein del *Tractatus* (1922) y el Wittgenstein de las *Investigaciones filosóficas* (1953, póstumo).

simplificada, viendo cómo se aplican a algunos objetos primeros, a los que denomina "paradigmáticos". Así, un papá señala una silla del comedor de la casa y pronuncia: "silla". El niño, cuando ve un objeto similar al que aprendió, repite: "silla", y es corregido o aprobado por su padre. Un término se usa correctamente si el objeto al que se va a aplicar es *parecido* a aquél cuyo nombre aprendió.

El aprendizaje de términos por demostración directa de los objetos a los que se aplica, y su uso posterior en los objetos semejantes a ellos, es primordial, según Wittgenstein, para entender el funcionamiento de la compleja estructura abstracta que es el lenguaje, y la manera en que se relaciona con entidades extralingüísticas, el universo de las cosas. El mismo proceso de demostración e imitación inicial seguida de uso práctico había sido descrito por el pensador platónico Agustín de Hipona (354-430) en páginas célebres de sus *Confesiones* (Libro I Cap. 14) al explicar que le hicieron terminar odiando la lengua griega por enseñársela mal, en vez de aplicar el "método natural", que es el recién relatado y el que se emplea para aprender la lengua materna.

Kuhn sostiene que un proceso de demostración directa inicial con uso posterior en objetos semejantes, similar al descripto, se observa en ciencia. Los primeros modelos de aplicación son los *casos paradigmáticos del paradigma*, y todos los modelos sucesivos guardarán entre sí un *parecido* de familia como el que guardan los objetos abarcados por un término en el lenguaje ordinario.

Cuando el científico realiza sus ejercicios prácticos está interiorizando, de manera inconsciente, el parecido. Este no se refiere simplemente a cómo se ven los modelos; no es sólo apariencial, sino que es sobre todo estructural. Se prepara para detectar otros parecidos estructurales en zonas de la realidad no exploradas hasta el momento: se prepara para aprender a "ver" cuál podría ser un modelo adecuado del paradigma, similar a los modelos ya estudiados.

De esta manera el científico aprende a educar su "intuición", que consiste en eso –en *reconocer los parecidos estructurales en la realidad*– más que en disfrutar de una misteriosa facultad de invención, propia de los genios. La zona problemática con la que va a trabajar se origina en este aprendizaje práctico, que enraiza en el conjunto de los modelos del paradigma y cuyo parecido con ellos la hace razonable y digna de ser estudiada.

Pero no sólo aprende esto. Recordemos que los ejercicios retaban al estudiante a encontrar por sí mismo una modificación de las leyes fundamentales, que incorporara como modelo un sector de la realidad ya asumido como tal. Todos los ejercicios tienen una solución dada, probablemente más de una, que se conoce y se aprueba. Pues bien, el estudiante aprende

así la infinita variabilidad de las leyes especiales, todas las cuales guardan entre sí, y con los elementos de modificación que las hacen aptas para cada uno de los modelos de aplicación, un *parecido*: el mismo que deberá guardar la ley especial que proponga el investigador, no ya para un modelo conocido, sino para uno hasta ese momento *desconocido*.⁴⁰

3. Los paradigmas puestos en cuestión. Anomalías. Crisis

El paradigma permite explorar la realidad con una minuciosidad apenas entrevista en el período en el que todavía existe ciencia preparadigmática. *En ella, cada científico se ve obligado a partir de cero*, reestructurando a cada paso las bases conceptuales de su quehacer. Y no solamente esto: *todo el universo es igualmente valioso como campo potencial de investigación*, lo que arroja el resultado de que si bien en este período la actividad es científica según cualquier canon con el que quiera comparársela, *el producto de dicha actividad dista la mayor parte del tiempo de ser satisfactorio –científico– por ser disperso, y quizás no relevante*, pese al esfuerzo e inteligencia empeñados.

El paradigma, recordémoslo, indica qué y cómo investigar. Define la zona de realidad por explorar –especies, membranas o átomos–, las preguntas lícitas por dirigirle y cuáles son, previsiblemente, las respuestas adecuadas.

Al restringir el campo de fenómenos por estudiar a una banda muy estrecha de la realidad, la exploración es cada vez más exhaustiva, completa y satisfactoria, brindando una sensación de avance real en el curso de las investigaciones que se suceden unas a otras, *siempre exitosas*.

Mas Kuhn había adelantado que si bien era propio de la ciencia madura la existencia de un paradigma que guiara la investigación, también lo era la renovación periódica del mismo.

¿Cómo es posible esto si el paradigma guía las investigaciones, las preguntas y las respuestas, que presumiblemente son siempre factibles – pues no se concibe un paradigma que lleve a preguntas inútiles– y por lo tanto bajo su imperio *se buscan sólo aquellas cosas que tienden a confirmarlo*, a aumentar su zona de influencia, y si además, como habíamos visto, *es irrefutable*?

⁴⁰ Véase para esto mi tesis de doctorado: *La estructura del conocimiento*, 1985. También: Lorenzano, C. J., *La estructura del conocimiento científico*. Biblos. Buenos Aires 1988

¿Cómo, siendo irrefutable y autoconfirmatorio, puede ser desplazado en la historia?

La respuesta consiste en que ello es consustancial a la investigación exhaustiva emprendida en un campo tan restringido. Tarde o temprano, los retos a los que el paradigma se enfrenta –poner bajo leyes especiales zonas de la realidad similares a las anteriormente incorporadas como modelos actuales– y que constituyen, en la terminología de Kuhn, los problemas o rompecabezas que resuelve el científico –rompecabezas, por el hecho de que son problemas con solución casi garantizada– hacen que la investigación tropiece con dos situaciones anómalas diferentes.

Por la primera, algunos rompecabezas persisten sin solución a lo largo de los años. Por el largo tiempo sin respuesta adecuada se transforma, de un problema por ser resuelto, en una *anomalía*.

No todo problema tiene solución inmediata, y de hecho, cada uno de ellos puede ocupar los esfuerzos de distintos grupos de científicos. Pensemos en el retraso de la órbita de Saturno como problema o anomalía de los siglos XVII y XVIII, y su transformación en corroboración estruendosa del paradigma newtoniano cuando, en la primera mitad del siglo XIX, condujo al descubrimiento de dos nuevos planetas, Urano y Neptuno. Lo mismo se pensó que sucedería con el adelantamiento del perihelio de Mercurio, pues no había por qué dudar de que finalmente –quizás luego de mayor esfuerzo que en otras ocasiones– esta situación sería finalmente acomodada bajo su legalidad, de modo que el paradigma resultaría triunfante una vez más, como (tras el fracaso en descubrir el inexistente planeta Vulcano, imaginado desde la Antigüedad) en efecto ocurrió en 1919 – aunque exigiendo añadirle un importantísimo refinamiento, la relatividad general. Es correcto lo señalado por Kuhn con respecto a la refutación del paradigma: o decimos que un paradigma está refutado siempre, pues siempre habrá situaciones problemas, o que no lo estará nunca, pues todas ellas podrán, potencialmente, resolverse. *El refutacionismo no es el criterio con el cual abordar la peculiar estructura de la ciencia.*

Respecto a la segunda situación anómala, la cuidadosa exploración de zonas estrechas de la realidad conduce a encontrar hechos que entren en contradicción radical con el paradigma. *No es la situación anterior, por la que algo que debería tener solución no la tiene durante años, aunque durante esos años se la está buscando deliberadamente.* Se trata ahora de cosas no previstas, incomprensibles para los marcos conceptuales paradigmáticos. El descubrimiento de los rayos X en el curso de investigaciones de tubos de rayos catódicos, hecho no supuesto ni esperado por los científicos, podría ser un ejemplo de tal situación. O el descubrimiento de América en medio de un viaje al Asia.

Contemplemos la parábola por la que cursa un paradigma durante su evolución. En una primera etapa –luego de su adopción por la comunidad científica– cada zona nueva a la que es aplicado confirma su potencialidad para resolver problemas. Posteriormente comienzan a aparecer problemas que se resisten, y entre ellos algunos directamente irresolubles, puesto que son inesperados. Hacia el final del ciclo, en ocasiones centenario, se acumulan las anomalías de ambos tipos para configurar una situación de *crisis* en la ciencia. La herramienta tantas veces exitosa se revela inútil para seguir avanzando.

El viejo paradigma está en ese momento anquilosado. Mas no por eso lo abandonan los científicos. La exploración de la realidad no puede hacerse sin guías y es preferible una herramienta defectuosa a no tener ninguna. Está madura la situación histórica para que un grupo de científicos, probablemente jóvenes y poco comprometidos con el paradigma anterior, comiencen a pensar en la necesidad de una reestructuración total del marco conceptual: en el reemplazo del paradigma por otro nuevo.

La *crisis* conduce a la *investigación extraordinaria*, investigación por fuera del paradigma. Esta va a conducir necesariamente a la formulación de otro. Sólo en ese momento la comunidad científica comienza a abandonar el paradigma anterior: cuando tiene uno que lo reemplace. No antes.

La *ciencia normal*, diseñada para no producir novedades –pues todo lo que produce debiera ser previsible conociendo el paradigma– conduce, por una necesidad férrea, a la solución de problemas primero, y a la aparición de anomalías luego. *Las anomalías sólo son posibles debido a la misma existencia del paradigma*. La lógica de la investigación por paradigmas lleva, en un intervalo temporal de duración variable, *del éxito a la crisis*, que a su vez provoca la *aparición de la investigación extraordinaria y de un nuevo paradigma*. Por ello es que tanto la investigación normal bajo pautas ya aceptadas como la renovación paradigmática son lo característico de la ciencia.

4. Las revoluciones científicas

Una revolución es un proceso de *desarrollo no acumulativo*, con reemplazo de un paradigma por otro nuevo, incompatible con el anterior. En la concepción de Kuhn, al largo período de ciencia normal en que el paradigma crece –se desarrolla, se perfecciona– con descubrimientos que se suceden unos a otros durante decenios y aun centurias en una auténtica acumulación de conocimientos, sucede una ruptura completa, tajante. Una *revolución* rompe radicalmente con el paradigma anterior e inaugura su propio proceso acumulativo.

Acumulación y luego ruptura, en la que el nuevo paradigma no puede sumarse a los logros del anterior, por los siguientes motivos:

- El aparato conceptual de cada uno es distinto, aunque usen en ocasiones los mismos términos. *Masa* en mecánica clásica designa una función que permanece constante en cualquier circunstancia; en mecánica relativista, aumenta al aumentar la velocidad del cuerpo en cuestión. La misma palabra designa cosas diferentes.
- Están en desacuerdo con la lista de problemas a resolver.

Diferencias insalvables en lo teórico y en lo empírico hacen que ambos marcos de referencia sean, no sólo incompatibles, sino también *inconmensurables*. Pensemos por un instante en las casi imposibles discusiones que tendrían lugar entre un discípulo de Galeno, con su teoría de los humores, y un moderno microbiólogo, con su concepción infecciosa de algunas enfermedades. Mientras uno hablaría de cambios y cocción de humor, otro hablará de proliferación de gérmenes y septicemia; mientras uno favorecería la cocción y la expulsión del flema, el otro administrará antibióticos o sueros que combatan la infección. Sus problemas son distintos. Su conceptualización es distinta, al punto que parecieran hablar idiomas diferentes. E incluso, como señala Kuhn, pareciera que ven cosas disímiles cuando enfocan los mismos objetivos, las mismas personas enfermas.

Si es razonable conceder que entre paradigmas existe al menos algún grado de *inconmensurabilidad*, se plantean algunas dificultades para la comprensión de la empresa científica.

La primera se refiere a que, inconmensurabilidad o no, los científicos optan por un paradigma o por su sucesor.

Si no pueden compararse, ¿cómo lo hacen?

Los críticos de Kuhn piensan que han encontrado aquí un punto' que señalaría un hiato de racionalidad. Sin embargo, aunque *no existe una comparabilidad tal que permita afirmar que un paradigma es verdadero y otro falso* (la teoría de los humores y la concepción infecciosa de ciertas patologías), existe una serie de argumentos que, por fuera de una lógica inexorable, permiten *elegir* – y poner pies en polvorosa si un clínico hoy por hoy quisiera curarnos una varicela enmarcando su terapéutica en la teoría de los humores.

Entre esos argumentos, los más importantes se refieren a la potencia que revela el nuevo paradigma para resolver problemas, sea porque *resuelve aquellos problemas que condujeron al paradigma anterior a la crisis*, sea porque *logra una mayor precisión cuantitativa*, sea porque *obtiene éxitos en zonas impensadas*. Es esta resolución de problemas y otros

logros pragmáticos –en cuya procuración el paradigma anterior había fracasado, cuando la comunidad científica adhería a un paradigma antiguo que la crisis mostró inútil para liderar el progreso de las investigaciones, cerrando caminos– lo que revela al nuevo paradigma cuyos *aciertos hacen preverle un porvenir promisorio* de investigaciones resueltas –tal como en el pasado había sucedido con el paradigma ya caduco– y lo que lleva a elegir a este último.

Se valora la capacidad de ser una *herramienta* apta para la investigación futura. En base a esta valoración, de índole totalmente pragmática y no lógica, se elige entre un paradigma agotado y otro promisorio.

Motivos adicionales pueden terminar de volcar la balanza: el mayor o menor prestigio del científico que hace la nueva propuesta, la comunidad científica a la que pertenezca, o incluso la mayor sencillez del paradigma.

Nada hay aquí de irracional. Existen buenos argumentos con los que apoyar la elección, aunque ellos no sean lógicos ni totalmente empíricos, y por lo tanto no sigan el patrón señalado por el refutacionismo ingenuo, pues se agregan motivaciones pragmáticas tales como la creencia en la fertilidad del nuevo paradigma, o el supuesto prestigio del proponente o de su comunidad, o la sencillez y elegancia del marco referencial empleado.

La visión de la historia de la ciencia de Popper como *revoluciones permanentes* era de una exigencia desmesurada. Ella se traduce en el mandato que debe cumplir cada científico, de edificar un cuerpo teórico radicalmente novedoso a cada paso. Progreso era aquí igual a revolución. Kuhn nos muestra que junto a los períodos revolucionarios existen largas etapas en que los marcos conceptuales aceptados no se cuestionan sino que, al contrario, son las herramientas con las cuales se explora el mundo de los fenómenos, y que abandonarlos significa dejar de practicar la ciencia: significa renunciar a la calidad del científico. Nos propone, entonces, *dos éticas* distintas para la actividad científica, según el punto de desarrollo del paradigma. Una, en la que toda búsqueda lo presupone y en la que todo hallazgo implica una ampliación acumulativa del mismo; y otra, cuando las anomalías hacen que una crisis de credibilidad estalle en cuanto a su potencialidad futura, la de seguir sirviendo como herramienta adecuada: crisis en la que deben buscarse otras bases conceptuales y empíricas de acuerdo con las cuales practicar ciencia.

Un imperativo conservador-acumulativo y un imperativo revolucionario, pues. Dos racionalidades distintas, según el período histórico a considerar, reemplazan a la racionalidad única y constante de la filosofía de la ciencia tradicional.

5. La comunidad científica

¿Por qué insistir en que la comunidad científica forma un todo indisoluble con los paradigmas, o para decirlo de otra manera, que el agente histórico de la ciencia *no son los individuos* sino una capa social dada, *la comunidad científica*, o todavía en otra forma, que *la ciencia es una actividad colectiva y no individual*?

Veamos la descripción de una revolución científica arquetípica, el paradigma químico iniciado por Lavoisier, para mostrar que sin estos conceptos la ciencia es incomprensible.



Imágenes: Scheele, Priestley, Lavoisier con su esposa, Marat

En 1770, el químico sueco Karl Wilhelm Scheele (1742-1786) consiguió una muestra relativamente pura de oxígeno, aunque no lo publicaría hasta tiempo después. Joseph Priestley (1733-1804), clérigo y científico perseguido en Inglaterra por sus peligrosas y radicales ideas de reforma social, en una investigación normal derivada del paradigma de la química flogística, al calentar óxido rojo de mercurio liberó parte del oxígeno que formaba aquel óxido, identificando el gas así obtenido en 1774 como óxido nítrico, y un año después como aire común con una cantidad menor de flogisto. Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), funcionario real a cargo de la fabricación de pólvora y colector de impuestos perseguido y ejecutado en Francia por sus peligrosas ideas reaccionarias (y por haber bloqueado en la Académie des Sciences, por criticar a Newton, el ascenso científico de futuros líderes del Terror, entre ellos el sañudo ex ayudante de Priestley condenado en Inglaterra a prisión, el jacobino Jean-Paul Marat), continuando con los trabajos de Priestley pensó que se trataba de "el aire mismo, entero, sin alteración, excepto que sale más puro, más respirable". Hacia 1777, Lavoisier cambió de parecer y supuso que se trataba de un gas bien definido, uno de los componentes principales de la atmósfera.

Kuhn pregunta y nos pregunta: ¿fue Priestley o Lavoisier, si fue uno de ellos, el primero que descubrió el oxígeno? En cualquier caso: ¿cuándo fue descubierto? A lo que contesta:

"La pretensión de Priestley, de que había descubierto el oxígeno, se basaba en su prioridad en el aislamiento de un gas que fue más tarde reconocido como un elemento definido. Pero la muestra de Priestley no era pura, y si tener en las manos oxígeno impuro es descubrirlo, lo habrían hecho todos los que embotellaron aire atmosférico. Además si el descubridor fue Priestley: ¿cuándo tuvo lugar el descubrimiento? En 1774 pensó que había obtenido óxido nitroso, una especie que ya conocía; en 1775 vio el gas como aire desflogistizado, que todavía no es oxígeno o que incluso es, para los químicos flogísticos, un tipo de gas absolutamente inesperado. La pretensión de Lavoisier puede ser más contundente; pero presenta los mismos problemas. Si rehusamos la palma a Priestley, no podemos tampoco concedérsela a Lavoisier por el trabajo de 1775 que lo condujo a identificar el gas como el 'aire mismo, entero'. Podemos esperar al trabajo de 1776 y 1777, que condujo a Lavoisier a ver no sólo el gas sino también qué era. Y aun más: recién en 1810 el *principio de acidez* –en el que Lavoisier [decapitado en 1794] creía, pensando que el oxígeno lo era– fue eliminado de la química, y el *calórico*, que según paradigma se unía al oxígeno, lo fue sólo hasta la década de 1860".⁴¹

Descubrir algo significa *conceptualizar* qué sea, no sólo obtenerlo. Eso hace que tanto el descubrimiento como su encuadramiento en una teoría sea un proceso al que no puede ni encontrársele fecha fija –salvo congelando la historia por algún tipo de criterio *a priori*– ni resulta posible atribuirlo a un solo individuo. Si el paradigma para constituirse toma contribuciones de varios científicos, aunque en ocasiones sólo uno lo estructure, su evolución *posterior* es obra del conjunto de científicos que practican la ciencia a través suyo, y en cada punto, en cada zona de avance, es el resultado de esfuerzos conjuntos.

Un agente colectivo, una capa social específica, para una creación también colectiva y supraindividual: la ciencia. Quisiera enfatizar algunas de las consecuencias de esta visión de la ciencia.

Contra el criterio romántico, tiende a *minimizar* el rol del genio en la actividad científica, *sin eliminarlo, salvo como parte de la empresa colectiva*.

⁴¹ Conant, James Bryant, ed., "Case 2: The Overthrow of the Phlogiston Theory - The Chemical Revolution of 1775-1789", Cambridge, Mass.: Harvard Case Histories in Experimental Science, Harvard University Press, 1948, 1950. En la Red: <http://www.questia.com/read/11442825> Véase, también en la Red, <http://www.americanscientist.org/bookshelf/pub/a-tale-of-two-chemists>

No es el héroe el que conduce la historia: *es una estructura impersonal, el paradigma, lo que asigna roles de héroes o continuadores más o menos geniales* según sea la etapa en que se encuentra su desarrollo, si es de crisis y revoluciones o de ciencia normal. Y el rol del individuo se adecúa a esta estructura, desarrollada por la suma de los esfuerzos individuales, que deviene así esfuerzo colectivo.

Pero tampoco se elimina el rol del individuo –como parte de una comunidad– a la manera de las estructuras sin sujeto del marxismo de Althusser⁴² o de las historias sin sujetos de la reacción posromántica, de la que Wölfflin⁴³ pudiera ser ejemplo en historia del arte; ni el de esta comunidad guiada por la estructura del paradigma.

Durante la etapa de la ciencia normal, *la estructura del paradigma determina la tarea de la comunidad y la comunidad realiza aquello determinado por esa estructura*. Recordemos que el paradigma señala cuáles son los problemas relevantes y cuáles las vías de solución que puede encontrarseles. Esta situación, que Kuhn enfatiza en múltiples ocasiones, le ha valido a su concepción también el reproche de ser inmanentista, entendiéndose por ello un desarrollo en el que toda la evolución está ya contenida o preformada en el principio que se autopropulsa, sin tener en cuenta determinantes por fuera suyo. Sin embargo, en la concepción kuhniana existen *anomalías*. Ellas se visualizan gracias a la exhaustiva exploración realizada en zonas restringidas de la realidad, por haberse dirigido la atención hacia ellas mediante el paradigma en cuestión, *pero no son previstas por el paradigma* –como los ya mencionados descubrimientos de los rayos X y de América– así como desde la estructura paradigmática tampoco es previsible que algunos problemas, que deberían tener solución, no la tengan.

Es decir, aquellas dos situaciones de anomalías persistentes que van a configurar una crisis *no pertenecen a la inmanencia del paradigma*. En el inmanentismo más extremo, el de Hegel⁴⁴, toda la realidad es generada por el concepto. Pero los paradigmas de Kuhn no se desarrollan de una manera que sea equiparable al pensamiento hegeliano. Al ser la kuhniana una teoría de la ciencia empírica, la naturaleza termina por poner su impronta

⁴² Althusser, Louis, *Para leer El Capital*, México, Siglo XXI, 1978. *La revolución teórica de Marx*, México, Siglo XXI, 1977. Muchas versiones disponibles en la Red.

⁴³ Wölfflin, Heinrich [Enrique], *Conceptos fundamentales en la historia del arte*, Madrid, Espasa-Calpe, 1945, 1979. Heinrich Wölfflin (1864-1945), historiador del arte suizo perteneciente a la corriente formalista, es principalmente conocido por este libro, un texto que renovó las bases del estudio estilístico de las obras de arte. Allí interpreta lúcidamente los puntos esenciales que definen la transición de lo clásico a lo barroco, generalizando las dos grandes corrientes básicas de toda la historia del arte occidental, según sus puntos divergentes, lo que sirve como parámetro para el estudio de los estilos, por ejemplo Academia vs. fauvismo, o clásico vs. barroco. En esta última contraposición, la unidad del barroco alude a que lo particular no tiene valor si no es en el conjunto, mientras que en lo clásico cada parte vale por sí misma.

⁴⁴ Hegel, G. W. F., *Ciencia de la lógica*, Buenos Aires, Solar-Hachette, 1969. *Fenomenología del espíritu*, México, Fondo de Cultura Económica, 1966. Disponibles en la Red en numerosas ediciones y traducciones.

en lo conceptual, cosa impensable para Hegel. Al comienzo, cuando el paradigma es joven, encuentra fácilmente comprobación de su eficacia para resolver los problemas que encuentra en la realidad. Al pasar el tiempo, la naturaleza se muestra cada vez más reacia a dejarse encuadrar por el marco conceptual paradigmático, hasta terminar mostrando que su fertilidad se encuentra agotada y que, por lo tanto, es necesario reemplazarlo. La confrontación de marco teórico y realidad no es inmediata, como lo quiere el refutacionismo, sino prolongada, de decenios; y las tendencias a la autosuficiencia propias del paradigma terminan encontrando límites que difícilmente pueden traspasarse.

Se trata de un inmanentismo moderado, pues, que expresa fundamentalmente la persistencia –y la necesidad de la persistencia– de los marcos conceptuales, ya que si la renovación fuera siempre total y completa, como lo quiere el refutacionismo, no habría *conocimiento* en el sentido pleno de la palabra. Pero en tal "inmanentismo" la experiencia –que no es inmanente debido a que se refiere a la realidad, que es extraparadigmática– termina corrigiendo los marcos conceptuales desde afuera, y finalmente anulándolos al proponer su reemplazo.

El inmanentismo puede atemperarse aun más, sin torcer ni traicionar ni abandonar la noción primera de paradigma. Es cierto que el paradigma permite suponer cuáles son los problemas que deben atacarse en el curso de la investigación normal. *Pero los caminos que se abren son múltiples, no únicos.* Lo que se plantea es un conjunto de situaciones problemáticas que se presume pueden ser solucionadas con el paradigma.

Pues bien, el pensamiento paradigmático no excluye que la *decisión* acerca de cuáles problemas, de entre los múltiples propuestos por el paradigma, sean prioritarios, no se encuentre predeterminada por el marco conceptual. No es para nada inmanente. En efecto, la comunidad científica, con múltiples canales de interacción social, en las decisiones que adopta expresa sus propios intereses (científicos y extracientíficos), pero también la múltiple causalidad social de aquello que la sociedad o algunos sectores de ella consideran prioritario.

Hemos visto avanzar a pasos de gigante la investigación en determinadas ramas de la física atómica, por motivos que son más políticos y militares que exclusivamente científicos; o buscar en los marcos conceptuales de la fisiología aquellas regiones problematizadas por las necesidades de comprender patologías preocupantes por su incidencia estadística –como el cáncer– o importantes como claves de una región patológica o que simplemente cautiven la imaginación social, como el SIDA...

La historia de la ciencia como historia de los paradigmas no excluye necesariamente lo social. *Con ello el inmanentismo, ya disminuido al con-*

siderar las anomalías que conducen a la crisis, se debilita aun más, haciendo que la crítica realizada en este sentido dirija finalmente sus dardos en una dirección equivocada.

6. El problema de la verdad en la ciencia

Existe la imagen del científico como la del hombre que busca la verdad. Probablemente sea ésta su propia autoimagen: parte de su filosofía espontánea que se ha reflejado de alguna manera en la filosofía de la ciencia — actividad esta de reflexión deliberada y madura, no ya espontánea. Para el empirismo ingenuo, la inducción llevaba a leyes verdaderas. Si los sentidos no nos engañan, la inducción, procedimiento característico de la ciencia, debía llevarnos a la verdad. Verdad en los sentidos, verdad en las leyes... El empirismo-inductivismo no ingenuo ya sabía que las inducciones podían llevarnos a error, y por lo tanto que todo conocimiento, incluido el científico, es falible, siendo esto condición para su superación progresiva. Por inducciones sucesivas, es posible aproximarse a la verdad.

El refutacionismo sabe que nunca podremos hablar de verdad en la ciencia, sólo de falsedad; y es la falsedad demostrada de las consecuencias deductivas de las teorías lo que posibilita su refutación. Falibilismo de los sentidos, pero que, luego de un proceso de decisiones y experiencias, conduce a la eliminación de leyes falsas.

Sin embargo, aunque no podamos hablar de verdad —ya que la lógica, como hemos visto, no nos autoriza a ello— cada teoría sucesiva sería entonces una aproximación a lo verdadero, permaneciendo este concepto como un ideal inalcanzable, al que se tiende con una cercanía cada vez más ajustada.

En algún momento, Popper propuso un teorema lógico por el que se podría determinar el contenido de *mayor verdad* del conocimiento científico. Aunque se le mostró reiteradamente que el teorema no era correcto, persistió en creer que había en la actividad de la ciencia un aproximarse progresivamente al conocimiento cierto.

Contra esta opinión, hondamente arraigada en la filosofía de la ciencia y en los propios científicos, Kuhn va a argumentar brindándonos una faceta más de su polémica concepción. Nos dice que la noción de *verdad*, tal como es vista por un historiador especializado, no es adecuada a la ciencia. Recordemos que un paradigma es un artefacto muy complejo, formado por *leyes* de tipo irrefutable, que no se ponen en contacto con la realidad más que a través de *especializaciones* aptas para *modelos* muy restringidos.

Son las leyes especiales las que tienen modelos reales en sistemas físicos, y son pues las leyes especiales las que resultan correctas o falsas en el sentido hipotético-deductivista. El paradigma en su conjunto no se pone en contacto directo con la experiencia, sino parcialmente; por lo tanto no puede calificarse de verdadero o falso *como un todo*, sino simplemente como más útil o menos útil para proseguir las investigaciones bajo su guía. Cada uno de los contactos que establece con la realidad, *al ser –estos sí– o bien correctos o bien falsos*, aumentan o disminuyen la credibilidad del marco referencial o paradigma; pero no hace nada más que esto. No le agregan una pizca de verdad o falsedad; sólo confirman o refutan su valor como herramienta de investigación.

En el reemplazo de un paradigma por otro tampoco se deja uno falso por otro presuntamente verdadero, como lo supone el hipotético-deductivismo. *Se abandona uno ya inútil*, con múltiples problemas sin resolver y de escasa posibilidad de desarrollo, por otro que hace *suponer* que tendrá una vida fructífera por delante.

Permítaseme señalar la índole profunda del progreso en ciencia, tal como lo describe Kuhn.

Tanto para el inductivismo como para el hipotético-deductivismo, *la verdad*, con mayestáticas mayúsculas, *es algo que nos espera al final del proceso del conocer, aunque más no sea como meta inalcanzable al término de la historia humana*. La Verdad como esencia platónica señala el final del camino y lo determina. Se denomina *teleológico* al tipo de desarrollo que está determinado por la meta, fija allí al fondo como término o *τέλος* (léase *telos*), segura e indudable, y que proviene de la concepción aristotélica de la causalidad.⁴⁵ El *τέλος* –el *fin* al que las cosas tienden– es una de las cuatro causas por las que se explican los procesos naturales y humanos.

En física, desde tiempos muy lejanos, al menos desde Galileo, las relaciones invariables entre sucesos –las leyes, pues– se consideraron como suficientes y eliminaron al teleologismo.

En biología, a fines del siglo pasado se enfrentaban dos teorizaciones opuestas, la evolucionista de Lamarck y la evolucionista de Darwin. La primera suponía que los cambios evolutivos se realizan especialmente para satisfacer determinados requerimientos impuestos por las funciones de relación con el medio ambiente. Así, las tortugas tendrían la cabeza a ras del

⁴⁵ Aristóteles, *Metafísica de Aristóteles - versión trilingüe*, al castellano por Valentín García Yebra y al latín por Guillermo de Moerbeke y por Besarión: Madrid, Gredos, 1997. La edición citada contiene la traducción más segura, reúne página por página el original en ático con la traducción al latín del siglo XIII. Está disponible para descargar la parte castellana sola, en [http://librosgratis.liblit.com/A/Aristoteles%20\(384-322\)/Aristoteles%20-%20Metafisica%20\(trad.%20Garcia%20Yebra\).pdf](http://librosgratis.liblit.com/A/Aristoteles%20(384-322)/Aristoteles%20-%20Metafisica%20(trad.%20Garcia%20Yebra).pdf) En Internet se pueden descargar también muchas otras versiones, no pocas deplorables y desorientadoras; una de las peores es la clásica de Patricio de Azcárate. Un excelente resumen se hallará en Joseph Moreau, *Aristóteles y su Escuela*, Bs. As, EUdeBA 1972.

suelo *para* comer hierbas, las jirafas el cuello largo *para* comer hojas de árboles muy altos. Y esos árboles serían muy altos *para* que sean pocos los grandes herbívoros que puedan alimentarse de sus copas... El *para* de la explicación revela el fin (τέλος) que se proponía la evolución y, obviamente, para que tales motivos teleológicos operasen en la evolución, los caracteres adquiridos debían heredarse. La teoría de Lamarck fue la *herencia de los caracteres adquiridos* o "heredabilidad suave". En parte también Darwin la admitió. Se la creyó refutada cuando August Weismann (1834-1914) fue cortándoles la cola a centenares de ratas, cuyos miles de descendientes seguían naciendo coludos, y cuando, aplicada salvajemente bajo el régimen estalinista (congelando granos o sacándole hojas al algodón adulto para que *los descendientes* resistiesen el frío, mientras los genetistas que formulaban críticas eran fusilados o enviados a prisión en Siberia) ocasionó millones de muertos, al fracasar en modificar las cosechas.

La suposición de que los caracteres adquiridos debían heredarse tenía por objeto sustentar la teoría de Lamarck como teoría teleologista, conceptualizadora de cambios en la *esencia* de cada especie. Darwin, en cambio, se basó en la evolución de las *poblaciones* de organismos, y constató que en las especies se efectúan cambios múltiples, sin ninguna finalidad especial, cambios al azar –conocidos actualmente como mutaciones– algunos de los cuales ofrecen a quienes los portan mejores posibilidades de sobrevivir en el medio ecológico en el que se desenvuelven. Estos cambios que se adecúan mejor se transmiten a más sucesores (mientras que quienes portan cambios desfavorables tienen menos oportunidad de reproducirse o no alcanzan a vivir lo suficiente para hacerlo), determinándose así, con el paso del tiempo, la evolución de la especie. Cada cambio viene sin ninguna finalidad propiamente dicha, sin teleologismo. Todas las experiencias corroboran las afirmaciones de Darwin, desde hace cien años, aunque en algunas áreas de los procesos evolutivos –en materia de herencia extracromosómica, herencia epigenética, evolución de la inmunidad, evolución de microorganismos, evolución de priones, y autoinducción de mutaciones genéticas (heredables, claro está) por células que bajo estrés químico (hambre, morfina, dietilestilbestrol o DES, hexaclorobenzeno o HCB, nuez de betel, etc.) podrían activar DNA-polimerasas poco específicas– hay evidencias compatibles con formas moderadas de lamarckismo. Pero ese *neolamarckismo* sólo se refiere a la transmisión genética de caracteres adquiridos por expresión diferencial de segmentos de ADN y no es ni esencialista ni teleológico. La presencia de la teleología en la biología hoy se reduce a los actos conscientes típicos o no ("instintos" y acciones "voluntarias" con incidencia en la selección sexual y trófica), de heredabilidad muy debatida, que presentarían menos de seis mil especies animales incluyendo la humana. Lo teleológico en biología quedó así restringido a la eventual *intencionalidad* de ciertos actos individuales en la conducta de dichos animales, no pudiendoselo ex-

trapolar más allá de cada acto particular que queramos considerar — con lo que resultó expulsado de los macrodeterminantes de la evolución de la herencia biológica. El motor y causa eficiente de esta no es un propósito interno de la misma.

Kuhn propuso suprimir el teleologismo también de la historia de la ciencia. Habíamos visto que no es posible hablar de una aproximación a la verdad, aunque pueda decirse que *conocemos* más que nuestros antepasados, ya que tenemos más respuestas a problemas que ellos; incluso a problemas que antes no podían siquiera formularse. Pero también, por otro lado, el número de interrogantes que se nos abren en ciencia es mayor. Somos conscientes de saber más y, simultáneamente, de medir una mayor cuota de ignorancia. Esta situación permite, según Kuhn, proponer un tipo de desarrollo que reemplace al criterio teleologista de aproximación a la verdad donde el conocimiento se mide por lo que le falta para llegar a ella, en una escala continua que va de lo falso a lo verdadero y configura una marcha hacia un sitio prefijado. La clase de progreso que tiene en mente es un progreso *desde* y no *hacia*, por el que pueda decirse que *desde* tal sitio se avanzó *hasta* tal otro, en el que ahora estamos situados: No "hacia" él. De esa manera Kuhn trasladó a la ciencia el tipo de desarrollo que había propuesto la biología de Darwin. Las especies no van a ningún lado, no se desarrollan siguiendo un patrón ya dado *hacia* una meta; lo hacen *desde* tales bases, pero sin dirección apriorística. Los paradigmas crecen y se reemplazan igualmente *desde* donde están, implicando con ello un cierto desarrollo, mas no un lugar o una dirección dados. Avance sin teleología y, por lo tanto, sin verdad al final del camino.

7. ¿Existe la ciencia normal?

Uno de los nudos más problemáticos que plantea la concepción kuhniana es la existencia de la ciencia normal. Los tiempos actuales nos han acostumbrado a los cambios revolucionarios. Los constatamos con sólo mirar lo que ha sucedido en el paso de la última generación humana, y cómo las condiciones de vida, el entorno, han cambiado dramática y radicalmente.

Es cierto que la *tecnología* se revoluciona casi constantemente. Pero este hecho indudable oculta que los marcos conceptuales en los que se genera la tecnología son tenaces y persistentes. La revolución relativista surgió a principios de siglo, la mecánica cuántica permanece tal cual desde los años treinta, la biología es darwinista y mendeliana hace cien años. La ingeniería sigue todavía, mayormente, los postulados de Newton. En medicina, pese a los cambios percibidos en los últimos cincuenta años y al surgi-

miento de nuevos paradigmas, la situación es idéntica. La fisiología como base para investigar los síntomas y signos de la enfermedad, con su metodología todavía actual, tiene el más de siglo y medio de la obra de Claude Bernard. A principios del siglo XX se consumó la revolución microbiana, que al igual que los paradigmas inmunológicos sigue rindiendo frutos en la actualidad.

Es necesario prestar atención a lo que permanece para comprender la importancia de la ciencia normal, y la investigación bajo paradigma, que desvirtúa este cuestionamiento a la historia de la ciencia kuhniana.

8. Sinopsis

Resaltemos brevemente los puntos principales que hemos tratado:

1) La ciencia avanza de dos maneras contrapuestas: una, en la que los marcos conceptuales *permanecen* a través del tiempo, centurias a veces –*ciencia normal*–, y otra en que *se reemplazan*, configurando *revoluciones científicas*.

2) En la ciencia normal, la labor consiste en agregar modelos empíricos de aplicación del paradigma a los ya existentes, debiendo para ello proponerse leyes especiales.

3) El paradigma está integrado por principios-guía, por leyes especiales y por los modelos de aplicación, con lo que lo empírico y lo teórico se encuentran indisolublemente unidos.

4) Cada paradigma y su cambio revolucionario son obra de una comunidad científica, más que de investigadores aislados.

5) La ciencia no avanza hacia la verdad; su evolución puede explicarse sin recurrir a esta noción esencialista y teleológica.

6) En un paradigma existen:

a) *generalizaciones simbólicas* –principios-guía–, que son leyes *irrefutables*, puesto que, si bien guían la investigación, no se ponen en contacto directo con la experiencia más que a través de:

b) *leyes especiales*, que se aplican a sistemas físicos reales –sus *modelos empíricos de aplicación*– y a las que puede aplicárseles la metodología hipotético-deductiva y en consecuencia refutarlas; y

c) *modelos de aplicación*. Los primeros, los más exitosos, sirven de patrón de semejanza a los siguientes, y son denominados modelos paradigmáticos.

7) Un paradigma, por lo tanto, no es una estructura sólo conceptual y menos una que sea refutable. Es conceptual y empírica, y su contacto con la realidad física es parcial, no total. Esto hace que, *en bloque*, sea una herramienta más o menos útil según sea el período que se considere de su ciclo evolutivo –el primero, pleno de promesas de investigaciones fructíferas, o el terminal, de crisis y agotamiento productivo–, pero que sólo sus leyes especiales sean pasibles de corroboración o refutación, esto es, sólo parcialmente es corroborable o refutable. Las corroboraciones o refutaciones lo que hacen es fortificar o debilitar la *creencia* en su utilidad como marco de referencia para guiar investigaciones futuras.

8) La ciencia, las teorías, no son sistemas exclusivamente deductivos, puesto que saber qué pudiera ser un futuro modelo de la teoría, o qué forma adoptará específicamente la ley especial que lo rige, no se infiere deductivamente de otros modelos o leyes especiales. Es pues necesario apelar, no al rigor infalible del pensamiento deductivo, sino a posibles *parecidos* de los modelos y leyes propuestos, sujetos al falibilismo del pensamiento analógico, del pensamiento simbólico que sigue las reglas de la metáfora y la metonimia, en parte o totalmente.

9) El proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia es *práctico*, dadas las características de los paradigmas. Resuelve, analiza y vuelve a armar casos paradigmáticos de aplicación, para aprender, de manera *inconsciente*, el sistema de transformaciones que lleva desde los principios-guía a las leyes especiales, y desde los modelos aceptados del paradigma a los modelos futuros.

10) Una ciencia se inicia con un primer paradigma, que inaugura la ciencia normal. Antes de él existían varias escuelas de opinión que se disputaban el predominio, sin que ninguna prevaleciese sobre las demás; este período se denomina *preparadigmático*, y todavía no es científico. Luego, la característica de la ciencia madura será la sucesión de paradigmas, cada cual con su ciencia normal. Hagamos notar que, al menos en ciencias naturales, Kuhn afirma que durante el período de ciencia normal existe uno y sólo un paradigma por un largo lapso histórico. Esta afirmación, tan contundente, ha sido cuestionada por Imre Lakatos con su concepción de los programas de investigación, quien piensa que *lo propio de la ciencia es la proliferación de teorías en competencia*, y que esto debe existir siempre. Las ideas de Lakatos serán objeto de un tratamiento aparte.

Históricamente, pareciera que existen períodos de desarrollo kuhniano, con un solo paradigma; otros de más de uno en competencia, y otros más fluidos aún. Analizaremos luego las posibilidades históricas en medicina, con ejemplos reales. En física, pareciera indudable que la mecánica clásica fue la única que guió las investigaciones por más de un siglo, o la astronomía ptolemaica y luego la copernicana en sus respectivos campos, así

como la teoría eléctrica de Benjamín Franklin, o la mecánica relativista. En cambio, pudiese ser que las teorías acerca de la luz siguieran más un patrón de competencia de teorías que de hegemonía de una sola.

Todos estos puntos, tan alejados de lo tradicionalmente aceptado en filosofía de la ciencia –en metodología– y que seguramente no agotan la riqueza conceptual del aporte de Thomas Kuhn, fueron de muy difícil digestión, y objeto de enconadas réplicas. Sin embargo, la precisión con que fueron ilustrados con ejemplos incontestables de la historia de la ciencia hizo que nunca más se pudiera entender la empresa científica como antes de sus aportes. A partir de 1962, año de publicación de *La estructura de las revoluciones científicas*, se podrá ser poskuhniano, pero ya nunca inductivista, hipotético-deductivista ingenuo o liberalizado. La ciencia es más que confirmación o refutación: es una estructura compleja que evoluciona en el tiempo, que en ocasiones cambia radicalmente. Dilucidar con precisión esa estructura es la labor que emprendieron lógicos, sociólogos e historiadores de la ciencia. La obra de Kuhn ponía punto final a una obra que había agotado sus posibilidades de desarrollo –auténtico paradigma filosófico en crisis– para inaugurar una nueva era, en la que estamos inmersos actualmente.

Hasta ese momento, la filosofía de la ciencia se desenvolvía en lo que hemos denominado filosofía *general* de la ciencia. Una de sus metas consistía en dar una imagen confiable del método de la ciencia: método general, por supuesto, cuya aprehensión garantizaría la obtención de productos científicos. Los filósofos –metodólogos– enseñarían a los científicos, a *todos* los científicos, el método con el cual hacer ciencia. Vimos derrumbarse esta pretensión. Una nueva filosofía general de la ciencia, derivada de la historia de la ciencia, la de los paradigmas, desmentía la existencia de *un* método separado de la estructura de los paradigmas. Pero daba a la cuestión un matiz mucho más complejo, pleno de tareas a emprender, ya que se sabía ahora que el aprendizaje de la investigación científica era inseparable de cada una de las teorías empíricas reales. No se entienda que Kuhn decía con ello que esto tan cambiado, que incluso dudamos en seguir llamándolo método aunque sea particular, es un problema exclusivo de los científicos. Decía que la ciencia consiste en generalizaciones, especializaciones, modelos de aplicación, principalmente, y que se empeña, se metodiza –digámoslo así, para seguir fieles a una cierta terminología– en la resolución práctica de problemas.

Mas no decía que *siempre* la ciencia se enseñara así: de manera tan ordenada, racionalmente estructurada. Pues la estructura real de cada teoría científica, de cada paradigma, se desconoce hasta tanto no sea investigada con armas analíticas de la filosofía de la ciencia, y la enseñanza –la metodización– no es posible de esa forma eficiente que nos relata Kuhn, a

menos que se conozca acabadamente. De nuevo y dicho de otra manera: planteaba la cuestión de la relación, entre filosofía de la ciencia y ciencia, como una relación que incide en el aprendizaje, la investigación y la docencia de la ciencia; una relación ya no metodológica, mas no alejada de lo que fueron las preocupaciones metodológicas. La cuestión, entonces, es desarmar analíticamente los paradigmas de la ciencia; pues esta estructura, encontrada por la filosofía y que los científicos desconocen, es la que guía la investigación y el aprendizaje. Filosofía especial de la ciencia, conocimiento estructural de cada paradigma científico, para terminar realizando el viejo sueño de la filosofía tradicional de la ciencia: *conocer qué es la actividad científica e influir en ella*. Hacer consciente lo que es inconsciente y subterráneo, como forma de controlar racionalmente el proceso.

En la medicina todo está por hacerse. Esta es la labor que nos hemos planteado, luego de terminar de poner a punto para su uso las herramientas básicas del nuevo quehacer filosófico.

Antes se pensaba que una respuesta *general* de la filosofía –el método– servía para preguntas especiales de la ciencia. Hoy se sabe que las preguntas especiales requieren respuestas especiales, y que las respuestas generales son apenas la forma que deberán adoptar las respuestas especiales, imprescindibles si no quiere perderse en vaguedades.

Bibliografía

- Althusser, L., *Para leer El Capital*, México, Siglo XXI, 1978. *La revolución teórica de Marx*, México, Siglo XXI, 1977.
- Aristóteles, *The Works of Aristotle*, Londres, Oxford University Press, 1928-1952. Las obras de Aristóteles se hallan disponibles en la Red.
- Bernstein, J. (1902), *Untersuchungen zur Thermodynamik der bioelektrischen Ströme*[Investigaciones sobre la termodinámica del tejido bioeléctrico]. *Pflügers Archiv ges. Physiol.* **92**, pag. 521-562.
- Bernstein, J. (1912): *Elektrobiologie. Die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus auf moderner Grundlage dargestellt*. [Electrobiología – la ciencia de los procesos eléctricos en el organismo, expuesta en base a sus fundamentos actuales]. Braunschweig: Vieweg und Sohn.
- Conant, B., *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789*, Cambridge, Massachusetts, 1950.
- Du Bois-Reymond, E. (1843), *Vorläufiger abriß einer untersuchung uber den sogenannten frochstrom und uber die elektro-motorischen fische* [Sumario actual de una investigación sobre la llamada corriente de

- los anfibios y los peces electromotores]. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie* **58**: 1-30.
- Du Bois-Reymond, E. (1848-1849), *Untersuchungen über thierische Elektrizität* [Investigaciones sobre electricidad animal], G.E. Reimer Vlg., Berlin.
- Hegel, G. W. F., *Ciencia de la lógica*, Buenos Aires, Solar-Hachette, 1969; *Fenomenología del espíritu*, México, Fondo de Cultura Económica, 1966.
- Helmholtz, H. von. (1852), *Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in Nerven* [Mediciones de la velocidad de propagación del estímulo en los nervios], *Arch. Anat. Physiol. Wiss. Medizin.* 199-216
- Helmholtz, H. von (1889), *Popular Scientific Lectures*, Longmans, London.
- Jakob, Christfried (1906, 1907, 1908), "Localización del alma y de la inteligencia," *El Libro* (Buenos Aires) **1** (1906), 151; y (1907), pp. 281, 433, 553; V. **2** (1908) pp. 3, 171, 293, 537 y 695 (publicado en nuestros).
- Koyré, A., *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 1978; *Estudios galileanos*, México, Siglo XXI, 1981; *Del mundo cerrado al universo infinito*, México, Siglo XXI, 1979.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971; *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, Madrid, Tecnos, 1971; *La tensión esencial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982.
- Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1974.
- Lakatos, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974.
- Lamberti, P. W. y Rodríguez, V., Desarrollo del modelo matemático de Hodgkin y Huxley en neurociencias, *Electroneurobiología* 2007; **15** (4), pp. 31-60; disponible en la Red en http://electroneubio.secyt.gov.ar/Lamberti-Rodriguez_Hodgkin-Huxley.htm
- Lorenzano, C., *La estructura del conocimiento*, Tesis de doctorado, 1985.
- Matteucci, C. (1842), Sur un phenomene physiologique produit par les muscles en contraction, *Ann. Chim. Phys.* **6**, 339-341.
- Matteucci, C. (1844), *Traité des phénomènes electro-physiologiques des animaux, suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille*. Fortin et Masson, Paris.
- Nernst, W. (1888), *Zur Kinetik der Lösung befindlichen Körper* [Sobre la cinética de las sustancias disueltas] y *Theorie der Diffusion* [Teoría de la difusión], *Z. Physik Chem.* **2**, 613-622 y 634-637.

- Overton, E. (1902), *Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie. II. Mittheilung. Ueber die Unentbehrlichkeit von Natrium- (oder Litium-) Ionen für den Contractionsact des Muskels* [Ensayo sobre fisiología general de músculos y nervios, 2da. Parte: Acerca de la indispensabilidad de los iones de sodio (o de litio) para el acto de contracción muscular], *Pflügers Archiv ges. Physiol.* **92**, 346-386.
- Moulines, C. U., *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza Universidad, 1982.
- Popper, K., *Búsqueda sin término*, Madrid, Tecnos, 1977. Sneed, J., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971. Disponible en la Red.
- Stegmüller, W., *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid, Alianza, 1981; *Estructura y dinámica de teorías*, Madrid, Ariel, 1983.
- Wittgenstein, L., *Los cuadernos azul y marrón*, Madrid, Tecnos, 1976; *Philosophical Investigations*, Oxford, Basil Blackwell, 1958.
- Wolfflin, E., *Conceptos fundamentales en la historia del arte*, Madrid, Espasa-Calpe, 1945, 1979.

En Internet:

The Hodgkin-Huxley Model, one cell - Interactive Java applet of the HH model. Simulador virtual, en que los parámetros del modelo y de la excitación pueden variarse y es posible graficar todas las variables en un espacio de fase. URL: <http://thevirtualheart.org/HHindex.html>

Simulador de ecuaciones Nernst/Goldman
<http://www.nernstgoldman.physiology.arizona.edu/>

La ecuación de Nernst y los potenciales de acción en el sistema nervioso,
http://www.medicalcomputing.net/action_potentials.html



Capítulo 5

La metodología de los programas de investigación

En julio de 1965 se reunió en Londres un Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia para analizar, fundamentalmente, las posiciones que Thomas Kuhn expusiera en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, editado tres años antes.



Imre Lakatos: joven estudiante, luego en 1961 al graduarse en Cambridge, y unos años más tarde

En él, Imre Lakatos, filósofo que participaba de la concepción popperiana de la ciencia, presentó un artículo cuidadosamente elaborado y muy polémico. Con él dio un giro inesperado a sus elaboraciones anteriores. A partir de este momento habría de surgir en la comunidad filosófica un equívoco que permanece como tal, puesto que *la metodología de los programas de investigación* que Lakatos propone es descripta como una continuación del refutacionismo de Popper, y en tal carácter enarbolada *contra* la noción de paradigmas en ciencia, calificada de irracionalista o relativista; mientras que Kuhn –y muchos otros autores, entre los que cabe mencionar a Stegmüller– a duras penas conseguían entrever en qué se diferenciaba de su propia propuesta.

En una misma reunión, en dos ocasiones las ponencias señalaron una línea de continuidad con el pensamiento de Popper, para trastrocarlo luego: Kuhn argumentó para indicar sus puntos de contacto y mostrar que su esfuerzo teórico participa de los mismos supuestos que Popper, aunque sus conclusiones diferían; y Lakatos, que hablando casi por boca de Popper se reivindicaba refutacionista, sin decirlo rompió lanzas –casi más completamente que Kuhn– con su ilustre predecesor.

En efecto, mientras que los dos pilares básicos de la metodología refutacionista son, por un lado, considerar el sistema hipotético de la ciencia como un conjunto lógicamente coherente, deductivamente conectado, y por el otro, apelar a la experiencia como piedra de toque que pueda refutar

aquel sistema deductivo que choque contra ella, en contradicción con estas afirmaciones Lakatos señaló que *no existe manera de refutar ningún enunciado científico, y menos una teoría compleja, ya que ante cualquier hecho que la contradiga es posible formular una hipótesis auxiliar ad-hoc que la defienda, y esto de manera indefinida.*

Cierto es. Si un objeto no cae cuando se lo deja librado a su propio peso, ello no refuta la ley de gravedad, ni la de la caída de los cuerpos de Galileo: es posible aducir, *ad-hoc*, que existe una fuerte corriente de aire que le llega desde abajo y no permite que caiga. Ante cualquier circunstancia, caben las hipótesis *ad-hoc* que excusen la refutación, impidiéndola.

Popper lo había previsto y, para ponerle límite, había exigido que la defensa no fuera simplemente verbal: *que si se esgrimiese una razón que impidiera el cumplimiento de la ley, tal razón fuera a su vez contrastable por la experiencia, y, en consecuencia, que conduciere a establecer un hecho nuevo.* Así, sí. La defensa *ad-hoc* era admitida como parte del proceso por medio del cual progresa la ciencia.

Cuando los científicos observaron que en ciertos casos no se cumplía la proporción de especímenes con determinadas características hereditarias según lo previsto por las leyes mendelianas de la herencia, ni por un segundo pensaron en abandonarlas. Postularon, *ad-hoc*, la presencia de un gen letal, que al impedir que vivieran un cierto número de portadores alteraba la producción prevista. La suposición condujo, efectivamente, al descubrimiento del gen letal, y a un nuevo conocimiento.

Mas Popper no había previsto que el mecanismo pudiese ser repetido al infinito y así evitar toda refutación sin transgredir ninguna norma de racionalidad.

Además la teoría se modificaba, adicionada de ese modo con la hipótesis *ad-hoc* que en una segunda etapa se validó. Si el proceso continuaba con nuevas hipótesis *ad-hoc*, y nuevas confirmaciones validantes, *la teoría en cuestión iba a evolucionar en el tiempo.*

1. Lakatos constató que en un comienzo toda teoría nueva se encuentra sumergida en un océano de sucesos que no explica, pero debería explicar; y que, según un refutacionismo poco elaborado, estos sucesos pueden ser vistos como efectivas negaciones de la teoría en cuestión. Pero cabe verlos –y lo demuestra la historia de la ciencia– como sucesos que serán explicados mediante adiciones de hipótesis auxiliares fabricadas *ex profeso* para ello: *ad-hoc*. Afirma Lakatos, entonces, que lo que debe analizarse no son sólo teorías aisladas –objeto de estudio de la filosofía de la ciencia tradicional– sino la *sucesión de teorías encadenadas unas con otras*, sucesión que consiste en la teoría primitiva y sus subsiguientes modificaciones luego de añadirle hipótesis *ad-hoc*.

Estas unidades mucho más complejas, y variables en el tiempo, recibirán el nombre de programas de investigación. Sus características, asimismo más complejas que las de una simple teoría, serán analizadas más adelante.

Ahora bien: algunos ejemplos históricos muestran que una teoría puede presentar rasgos de inconsistencia, sin ser abandonada. Así la concepción cuántica de Bohr de 1913, inserta en la teoría de Maxwell, es contradictoria e inconsistente con ella. Pero el desarrollo ulterior le permite superar la inconsistencia, así como anteriormente habíamos visto que se superaban las presuntas refutaciones.

Para horror de la filosofía de la ciencia tradicional, la ciencia avanza en medio de refutaciones y contradicciones, y en ocasiones no a pesar sino *gracias* a estas circunstancias.

El primer punto había sido señalado unos años antes por Thomas Kuhn, casi en los mismos términos, y había conducido a la misma conclusión: *las unidades de la ciencia no son las teorías, sino artefactos más complejos, los paradigmas.*

Enumeremos, a continuación, los elementos constitutivos de un *programa de investigación*, cada uno de los cuales puede ser considerado un conjunto de reglas metodológicas, o sea *conjuntos de instrucciones acerca de cómo actuar, qué rutas de investigación seguir y cuáles evitar*:

- *Un núcleo*, irrefutable por decisión metodológica de sus protagonistas. Por ejemplo, en el programa de investigación iniciado por Pasteur y llevado a su perfección por Koch, se estipula el *origen microbiano* de las enfermedades cuyos síntomas sean fiebre, astenia, decaimiento, inapetencia, etc. Este sería precisamente el núcleo: *suponer que las enfermedades así definidas se deben a la presencia de un agente microbiano.*
- *Un cinturón protector* de hipótesis auxiliares. El núcleo no choca directamente con la realidad; ante los hechos que pudieran refutarlo, el científico arbitra hipótesis *ad-hoc* para defenderlo. Digamos que en un comienzo sólo se había demostrado la existencia de microbios en escasas enfermedades febriles; el vasto campo de las enfermedades infecciosas eran más una refutación que una confirmación de lo estipulado en el núcleo. Sin embargo, este núcleo permaneció irrefutado hasta nuestros días, mediante la estrategia de afirmar –ante cada afección en la que no se ha descubierto el microbio causal– que éste no tardará en aparecer usando las técnicas adecuadas.
- *Una heurística positiva*, o reglas metodológicas que indican el camino que deben *seguir* las investigaciones., Recurriendo

una vez más al ejemplo del programa de investigación microbiano, la heurística positiva sería un conjunto de instrucciones que más o menos dirían: *en presencia de una enfermedad febril, aíslese el microbio que la causa, cultívese, e inocúlese para reproducir los síntomas.*

- *Una heurística negativa* o conjunto de reglas metodológicas que indican cuáles son los caminos que la investigación debe *evitar*. Al principio del programa de investigación microbiológico, la heurística negativa desalentó que las investigaciones acerca de las enfermedades infecciosas discurrieran alrededor de los factores *sociales* que condicionan su aparición, curación y evolución, cuya investigación encaraba desfavorables circunstancias políticas, y las centró *sólo* en el factor microbiano. Esta prioridad, necesaria para impulsar el desarrollo de la nueva área investigativa, potenció mucho el adelanto inicial de la microbiología. Asimismo debió retrasar el estudio del debilitamiento de la defensa inmune ante la agresión o la permanente tensión vincular provenientes de factores sociales — aunque, como advirtiese Ramón Carrillo, "Frente a las enfermedades que produce la miseria, frente a la tristeza y el infortunio social de los pueblos, los microbios, como causa de enfermedad, son unas pobres causas."
- Las contrastaciones sucesivas de las hipótesis auxiliares añadidas al núcleo del programa de investigación, tanto por la heurística positiva –lo que debe buscar– como por la negativa –lo que debe evitar–, conducen a ampliaciones de la teoría primitiva. Según la terminología lakatosiana, en realidad conducen a *teorías sucesivas soldadas por el programa de investigación*. Según se las confirmen o no –es decir, según resulten portadoras de nuevo contenido empírico, cada vez más amplio, o sólo sean reacomodos meramente verbales– condicionan que al programa en cuestión pueda calificársele de *progresivo* o bien de *degenerado*. Será progresivo si el programa lleva a descubrir nuevos hechos por sus heurísticas; será degenerativo, si las hipótesis auxiliares *ad-hoc* puestas para proteger al núcleo de la refutación no son corroboradas en el curso de las investigaciones, durante un período histórico dado.

Por supuesto, un estancamiento degenerativo del programa puede salvarse mediante ciertas modificaciones a lo estipulado por las reglas heurísticas, y darle así un nuevo impulso: *la incorroboración no inflige clausura o prescripción al programa de investigación.*

La historia de la ciencia lo ilustra muy bien. La regla que hacía buscar un agente microbiano en cada enfermedad infecciosa tropezó en su desa-

rollo cada vez con más contraejemplos, en los que no era posible aislar el microbio en cuestión. Una modificación de la misma, por la que se ampliaba el espectro de los agentes causales a los *virus* y a los *parásitos*, luego a los *plásmidos*, los *priones* y las sustancias químicas producidas en reacción ante cualquiera de esos agentes recién reconocidos como tales, permitió asimilar como resonantes confirmaciones del programa lo que habían sido contraejemplos: el absceso amebiano, el SIDA y el kuru, así como el "mal de las vacas locas", fueron comprendidos en la legalidad de parásitos, virus y priones prevista por la heurística del programa de investigación, el que de esta manera superó su estancamiento.

Similarmente, con las transformaciones de la sociedad, la regla heurística negativa de aceptar sólo lo microbiano se alteró históricamente, para captar los procesos sociales en la génesis de la infección.

2. Continuemos exponiendo las ideas de Lakatos. *Las revoluciones científicas son cambios de programas de investigación.* Acontecen luego de un largo período en el que programas de investigación contrapuestos se desarrollan paralelamente, pero al cabo del periodo uno o varios de ellos se encuentran en fase degenerativa –es decir, sólo saben de reacomodos verbales frente a una realidad cada vez más hostil y refutatoria– mientras que otro se encuentra en plena fase progresiva, con incremento importante de su contenido empírico corroborado por la experiencia. En ese momento alguna zona de contacto, que tenía valor refutatorio de algún o algunos programas de investigación y valor corroboratorio del último, viene a ser retrospectivamente percibida como una experiencia crucial, como una situación de hecho que brindaba un rotundo "¡No!" a unos programas, y un pequeño "sí..." al otro, justificando con la vista fija en el pasado el abandono del o los primeros y la continuación del último.

Según Lakatos, la dimensión tiempo aplicada a la *justificación* de los programas de investigación –recordemos que la *metodología* eran los *criterios para justificar las teorías científicas*– elimina la *racionalidad instantánea*. Ello es así puesto que ni la inconsistencia que encuentra el lógico, ni el veredicto de contraejemplo que pueda aducir la experiencia, pueden eliminar un programa de un solo golpe

Un programa es puesto a prueba durante un lapso histórico. Durante el mismo las inconsistencias se hacen desaparecer y los contraejemplos se transforman en éxitos suyos, hasta que al fin, agotado en su fertilidad, agotada su heurística, es reemplazado por otro programa de investigación, *cuya superioridad se afirma tanto retrospectivamente, contemplando el punto en que uno iba a agotarse y el otro a progresar, cuanto prospectivamente, ya que el segundo parece poseer la potencialidad de desarrollo*

perdida por el primero. La victoria de aquél es lenta, morosa, alejada de la respuesta inmediata que exigía la metodología refutacionista clásica.

En realidad, un programa de investigación no es refutado. Sólo existe la decisión metodológica –pragmática– de abandonarlo por otro más prometededor, que ya posee contenido empírico adicional.

La historia de la ciencia es y debe ser la de programas de investigación en competencia.

3. Repasemos brevemente los conceptos que introdujo Lakatos en su escrito de 1965, y contrastémoslos con los que Thomas Kuhn expusiera en 1962 en *La estructura de las revoluciones científicas*.

Ambos coincidieron en que *ni la experiencia ni la lógica refutan las construcciones conceptuales de la ciencia, sean estas denominadas paradigmas o programas de investigación.* Que su contrastación es un proceso que abarca un largo período histórico. *Que mientras duran dirigen la investigación, de manera tal que indican qué entes pueblan el universo, cuáles son las preguntas válidas que es posible dirigirles y cuáles son las clases de respuestas tentativamente valiosas.* Y que su reemplazo pragmático, luego de agotados, es una decisión en la que pesan otros factores, además de la lógica y la experiencia.

El núcleo lakatosiano corresponde a las *generalizaciones simbólicas* de Kuhn, y los *valores que coexisten con ellas* a los *paradigmas*.

Las *hipótesis auxiliares*, que incorporan nuevo contenido empírico al programa de investigación, se corresponden con las *especializaciones* de las generalizaciones simbólicas, que permiten añadir nuevos modelos a los paradigmas.

La *heurística positiva* se corresponde con la peculiar *manera por la que los paradigmas indican qué entes existen y qué preguntas pueden hacerseles* — indicación que, recordaremos luego, no constituye reglas metodológicas.

La *heurística negativa*, íntimamente relacionada con la anterior, complementa las *pistas* que brinda el paradigma acerca de lo investigable, sus características y sus respuestas.

La *etapa progresiva del programa de investigación* es simétrica a la *etapa de expansión del paradigma*, cuando encuentra soluciones a todos, o casi todos, los problemas que visualiza como tales.

La *etapa degenerativa*, de reacomodos *ad-hoc*, se corresponde a la *etapa de crisis del paradigma*, cuando falla en encontrar las respuestas adecuadas a las preguntas justas.

Las semejanzas entre una y otra propuesta, la de Lakatos y la de Kuhn, son demasiado notorias como para que la metodología de los programas de investigación haya sido levantada, no como una aceptación de las ideas kuhnianas, sino precisamente como su contraparte: como su antagonista...

¿En qué funda Lakatos su pretensión de exponer una metodología original, en vez de proclamarse rectamente kuhniano, más o menos heterodoxo?

Sólo en algunos puntos, secundarios por otra parte, y que están parcialmente originados en malos entendidos.

El primero de ellos consiste en el rechazo que Lakatos hace del supuesto psicologismo y fundamentalmente sociologismo de Kuhn, cuando éste plantea la noción de *comunidad científica* como la instancia que resuelve, por una *decisión colectiva*, la aceptación o rechazo de paradigmas, así como de sus expansiones de ciencia normal, sin que Kuhn especifique que sus llamados a "decisiones metodológicas" necesariamente implican algún agente histórico que las tome. Esto es un mal entendido ya que dicha invocación no puede formularse en abstracto, y la sugerencia de Kuhn, de considerar a la comunidad científica como tal agente histórico, autor de las decisiones que afectan su campo de actividades, desvanece dichas ambigüedades y les otorga precisión.

Coincidente con esta crítica, menciona Lakatos una supuesta característica exclusiva de psicología social en la noción kuhniana de *crisis*, que es lo que llevaría al rechazo de un paradigma. Dice Lakatos que Kuhn soslaya que la crisis es *objetiva* y se debe a la incapacidad del paradigma de continuar expandiéndose, de dar respuestas válidas a un cúmulo cada vez mayor de enigmas, con lo que se superpone sin pérdida a la noción lakatosiana de *etapa degenerativa del programa de investigación*. Y agrega Lakatos que esas incapacidad *además* marca la crisis que en consecuencia se desencadena en la comunidad científica, crisis debida a la caducidad de su herramienta conceptual — situación que origina las búsquedas de nuevos paradigmas libres de los estigmas del anterior.

Como vemos, las diferencias son en verdad coincidencias. Y en lo que la concepción de Kuhn excede a la de Lakatos, sus apelaciones a la comunidad científica son más bien un tanto a su favor que un hecho descalificador.

La diferencia mayor entre ambos es, asimismo, una cuestión no insalvable. Se refiere a la insistencia en Kuhn de la existencia de una etapa de *ciencia normal*, durante la cual *un solo paradigma* guía las investigaciones. Para Lakatos, la historia demuestra que, al contrario, coexisten programas de investigación antagónicos, y que esto es beneficioso para la ciencia: deben proliferar las teorías compitiendo unas con otras.

¿Por qué sostiene esto Lakatos?

a) Primeramente, por una conclusión perversa de su premisa: que los mayores descubrimientos de la historia de la ciencia provienen de los programas de investigación. Si es así, cuantos más haya, mejor para la ciencia. En consecuencia, la primera obligación del científico que quiera contribuir al progreso de su disciplina es hacerlos proliferar.

La afirmación, de buen impacto discursivo, rebaja hasta hacer desaparecer una labor auténtica de descubrimientos. Esta labor no es aquella por medio de la cual *se esbozan los marcos conceptuales* con los que la ciencia encuadra la naturaleza, sino la que los continúa ampliando en una realización progresiva, la investigación *bajo el paradigma, diferente a su constitución, mas no inferior ni subalterna*. Recordemos que tanto la obra de Fleming como la de Salk se inscriben dentro de la trayectoria de la menospreciada ciencia normal, la que exige tanta habilidad, tesón e inteligencia como la ciencia extraordinaria.

Kuhn ha comentado que la obligación de ser un Newton o un Einstein tal como lo propone Popper, y menos marcadamente Lakatos, es desmoralizante, y tiende a provocar parálisis en aquellos que exploran exhaustivamente la naturaleza con unos marcos ya dados.

Añadirá que *crear siempre* es un imposible, puesto que al no existir ninguna tradición no existiría el parámetro por medio del cual aquilatar las creaciones, y el nuevo conocimiento simplemente se desvanecería en el caos.

b) Segundo, dice Lakatos, porque si al menos dos programas de investigación cursan conjuntamente en el tiempo, puede hacerse una elección entre uno y otro basándose en su pasado y así ponderar su porvenir, contemplando retrospectivamente el mayor contenido empírico del que se mantiene y el agotamiento del que se desecha. La decisión pone en la balanza factores medibles: principalmente, el mayor contenido informativo corroborado del que resulta exitoso.

Esto le permite a Imre Lakatos decir que lo que propone Thomas Kuhn ante el cambio de paradigmas es irracional.

En resumen:

Lakatos sostiene que la ciencia se asemeja a un pleito entre dos o más teorías y un experimento, y el resultado interesante es antes bien la **confirmación** de una de las teorías, que no su falsificación.

Núcleo Central: Es la característica definitoria de un programa. Toma la forma de hipótesis teóricas muy generales que constituyen la base a partir de la cual se desarrolla el programa. Es infaltable, y no se le pueden atribuir las deficiencias explicativas de un programa.

Cinturón Protector: Laberinto de supuestos que envuelve al núcleo central. Consta de hipótesis auxiliares explícitas que completan el núcleo central, de supuestos subyacentes a la descripción de las condiciones iniciales y de enunciados observacionales. El proceso de prueba, el examen y calificación de un núcleo duro crea lo que Lakatos llama un cinturón protector alrededor de la teoría. El cinturón protector se compone de teorías menos expansivas y supuestos que, a diferencia del núcleo duro, están sujetas a cambiar, cuando una predicción falla.

Heurística Positiva: Indica las líneas de investigación, lo que se puede (y se debe) hacer. Es un "conjunto parcialmente articulado de sugerencias, o indicaciones sobre cómo cambiar y desarrollar las "variantes refutables" del programa de investigación, cómo modificar y refinar el cinturón protector "refutable". Junto a estas hipótesis auxiliares, incluye el desarrollo de técnicas matemáticas y experimentales adecuadas. La heurística positiva está compuesta por líneas maestras que indican como se puede desarrollar el programa de investigación. Dicho desarrollo conllevará completar el núcleo central con supuestos adicionales en un intento de explicar fenómenos previamente conocidos y de predecir fenómenos nuevos. La heurística positiva indica como se ha de completar el núcleo central para que sea capaz de explicar y predecir los fenómenos reales. El desarrollo de un programa no sólo supondrá la adición de oportunas hipótesis auxiliares, sino también el desarrollo de las técnicas matemáticas y experimentales idóneas.

Heurística Negativa: Exigencia metodológica de que el núcleo central quede intacto y no sea vea afectado por el desarrollo del programa. El científico debe decidirse por un programa y "tener fe" en su núcleo. La heurística negativa de un programa conlleva la estipulación de que no se pueden rechazar ni modificar los supuestos básicos subyacentes al programa, su núcleo central. Está protegido de la falsación mediante un cinturón protector. La heurística negativa de un programa consiste en la exigencia de que durante el desarrollo del programa el núcleo siga sin modificar e intacto. Cualquier científico que modifique el núcleo central se apartará de ese determinado programa de investigación.

Programa de Investigación Científica: Un programa de investigación lakatosiano es una estructura que sirve de guía a la futura investigación tanto de modo positivo como de modo negativo. Consiste en una sucesión de teorías relacionadas entre sí, de manera que unas se generan partiendo de las anteriores. Estas teorías que están dentro de un Programa de Investigación Científica comparten un núcleo firme o "duro". El núcleo firme está protegido por un Cinturón protector que consiste en un conjunto de hipótesis auxiliares que pueden ser modificadas, eliminadas o reemplazadas por otras nuevas con el objetivo de impedir que se pueda falsar el

núcleo firme. Dentro de un Programa de Investigación Científica hay una heurística negativa y una heurística positiva. La positiva sirve de guía e indica como continuar el programa, mientras que la negativa prohíbe la refutación del núcleo firme. Cuando un PIC se enfrenta a anomalías empíricas que teóricamente no ha podido predecir se reemplaza por un Programa de Investigación Científica rival. En el caso de que no haya un PIC rival que conserve los elementos no refutados del PIC anterior, y a la vez tenga soluciones para las nuevas anomalías, el PIC se queda en etapa regresiva hasta que se recupera. Los PIC pueden ser degenerativos, cuando el programa no predice fenómenos nuevos por mucho tiempo; o progresivos, cuando el programa tiene éxito.

Programa Rival de Investigación: Si un programa de investigación explica de modo progresivo más que otro, el primero reemplaza al otro y el programa rival puede eliminarse. Los científicos rivales “viven en mundos distintos” y hay factores sociales, históricos, económicos, culturales y religiosos que pueden propiciar que un individuo se mantenga en su paradigma.

Consideraciones críticas: Recordemos que, en el esquema histórico kuhniano, un paradigma tiene preeminencia un período prolongado, es único, hasta que la imposibilidad reiterada de dar cuenta de las anomalías que presenta la naturaleza lo hace entrar en crisis, y sugiere la necesidad de su reemplazo. Tras breve tiempo de ciencia extraordinaria en el que se estructura su sucesor, la comunidad científica debe elegir entre seguir en crisis o adoptar el nuevo marco conceptual, por motivos que, como ya vio Lakatos, no pueden ser derivados de la lógica o de la experiencia: son motivos pragmáticos. Pero no provienen de considerar lo que hayan rendido hasta ese momento los paradigmas en conflicto, sino de una evaluación de lo que *puede* llegar a rendir el nuevo, en base a las realizaciones efectuadas. Los científicos eligen una promesa de investigaciones exitosas, más que una realidad dada. *El período en que ambos compiten es corto, la elección que hace la comunidad científica, riesgosa y obedecería más a factores sociales que a un auténtico sopesar de razones.*

En los ejemplos históricos de Kuhn, a saber: revolución astronómica con reemplazo del paradigma ptolemaico por el copernicano; la física, con reemplazo de la mecánica clásica por la relativista; la química, con reemplazo de la teoría del flogisto por la química de Lavoisier, entre otros, la realidad muestra, como Kuhn bien lo señala, un paradigma que subsiste solitario largo tiempo, y es reemplazado por otro sin que se evidencie la proliferación de programas.

Probablemente en otros cambios revolucionarios –las competencias de teorías acerca de la luz, por ejemplo, o de perspectivas acerca de la conexión psiquismo-cerebro– el camino sea más acorde con lo postulado por Lakatos. Pero esto no niega, en su contexto, la validez de lo sostenido por

Kuhn — aunque lo relativice a los casos pertinentes. Es labor de la investigación histórica mostrar los tipos de desarrollo científico. Estos no pueden ser conceptuados *a priori* para imponerlos compulsivamente a la caracterización del trabajo del científico.

Creemos que en los artículos de Lakatos no existe una alternativa a la historia de paradigmas. Sí, acaso, hay una repetición levemente alterada, y con otra terminología, de la concepción kuhniana. En ocasiones la propuesta de Lakatos pierde elementos que claramente favorecen a su adversario teórico, como pudiera ser la inclusión que hace Kuhn poniendo *dentro* de la estructura del paradigma los *modelos de aplicación*, cuyo aumento en número es lo que vagamente señala Lakatos como "aumento de contenido empírico"; y el *aprendizaje práctico*, que por vía de *parecidos* con otros modelos ya exitosos indica cuáles son los trozos de la realidad a los que aplicar las generalizaciones simbólicas —elementos conceptuales del paradigma—, lo que elimina tanto las supuestas *reglas metodológicas de la heurística positiva*, como la "*decisión*" de *proteger al núcleo*. Ello así, puesto que el proceso de elección de futuros modelos es casi inconsciente, sin reglas; y puesto que la manera en que la *generalización simbólica* originaria se aplica (no directamente a ningún modelo empírico, sino a través de modificaciones que atemperan el choque con la realidad) torna superfluo apelar a una *decisión protectora del núcleo* — decisión cuya existencia real, por otra parte, tampoco se ha demostrado históricamente.

Motivos por los cuales justificamos nuestra elección de continuar utilizando la terminología kuhniana, más ajustada luego de su *Posdata* de 1969 y, todavía más, luego de ser complementada con la concepción estructural de las teorías.

Bibliografía

- Garma, A., "Thomas Kuhn y la racionalidad científica", *A parte rei - Revista de Filosofía* 40, julio 2005. Disponible en línea en <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/amanda40.pdf>
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971; *La tensión esencial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982 (reseñada en línea en <http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/publicadas/040506185732.html>).
- Lakatos, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974. Disponible para descarga desde varias direcciones de

Red, entre ellas: <http://www.esnips.com/nsdoc/7ebe12af-265a-4ca7-8849-3a8a91059a88/?action=forceDL>

Lakatos, I., *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Madrid, Alianza, 1986. Disponible para descarga desde varias direcciones de Red, entre ellas: http://dc232.4shared.com/download/-gDdTIM3/Lakatos_-_Pruebas_y_Refutacion.PDF?tsid=20101018-100619-93951d9d"

Lakatos, I., "La falsación y la metodología de los programas de investigación", en: Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975. Disponible para descarga desde varias direcciones de Red, entre ellas: <http://www.esnips.com/nsdoc/c51d7a62-f228-4572-8e43-f510e33e968f/?action=forceDL> y http://www.4shared.com/document/IL7avOyf/Imre_Lakatos_-_La_metodologia_.html



Capítulo 6

La concepción estructural de las teorías

1. Introducción

Es imposible desligar a la filosofía de la ciencia del análisis lógico de las teorías científicas.

En parte, este imperativo provenía de la propia filosofía. Bertrand Russell había aclarado el significado que poseían frases enigmáticas tales como "el actual rey de Francia es calvo", en las que no se sabía muy bien a qué hacía referencia, si apuntaba a un inexistente rey de Francia del que se decía que era calvo.

¿Referencias a algo que no existe? ¿Un sujeto inexistente?

Suponerlo parecía chocar contra la misma idea de referencia.

En su *teoría de las descripciones*, Russell proponía una interpretación lógica distinta a lo escrito en lenguaje ordinario, al desdoblarla de la siguiente manera:

Existe un x y sólo un x tal que (x es rey de Francia y x es calvo).

En esta versión, desaparece el ambiguo sujeto gramatical, para ser reemplazado por dos predicaciones: dos atribuciones hechas a un único individuo, un único x (al menos uno, a lo sumo uno), las de ser rey de Francia y de ser calvo.

Resulta claro que la frase originaria no se refiere a ningún rey de Francia; se refiere a los predicados *ser rey de Francia* y *ser calvo*, que poseen significado, y pueden ser verdaderos o falsos.

La perplejidad inicial desaparecía. La estructura lógica –resultado del análisis efectuado– reemplazaba con beneficios lo que el lenguaje oscurecía. La interpretación podía ser extendida a cualquier atribución de características –a toda descripción– revelando así su índole íntima, su realidad lógica, por sobre la apariencia de lo expresado.⁴⁶

El éxito obtenido al clarificar una expresión oscura reemplazándola por su análisis lógico, apoyaba la idea de reescribir en forma lógica las teorías científicas.

⁴⁶ El artículo original de Russell acerca de la teoría de las descripciones fue: "On Denoting", *Mind* XIV (1905) pp. 479-493. Versión española de Néstor Miguez Thomas M. Simpson, en: Simpson, T. M. (ed.), *Semántica filosófica: problemas y discusiones*, Buenos Aires, Siglo XXI, 1973. Un comentario sobre la teoría de las descripciones en: Clack, R., *La filosofía del lenguaje en Bertrand Russell*, Valencia, Fernando Torres, 1973. Otro de M. González Rivera en <http://booleansemantics.spaces.live.com/blog/cns!1D1E3A7AA8B80E90!521.entry>

Es quizás pensando en esto que Rudolf Carnap, posiblemente el más notado filósofo de la ciencia en el Círculo de Viena, la proponga como objetivo de la filosofía, denominándola *elucidación* (en inglés, *explication*). Su propósito es lograr dos finalidades: *entender* con toda claridad en qué consistía efectivamente la teoría –identificarla, libre ya de las oscuridades del lenguaje común– y simultáneamente *derivar*, gracias a las reglas de inferencia aportadas por la lógica, sus teoremas mediante una máquina de Turing –nombre con que se designa a las máquinas de calcular– automáticamente y sin error.⁴⁷

Refuerza esta convicción el que los científicos reescriben continuamente sus teorías a fin de darles mayor coherencia e instrumentalidad, y desembarazarlas de elementos superfluos. Y podríamos citar el caso de la mecánica clásica, cuyos tres principios fundamentales fueron presentados por Newton en latín y transcritos por Lagrange al lenguaje diferencial con el que se los usa hasta nuestros días.

El análisis lógico no era una superimposición filosófica, un forzar la ciencia; por el contrario, entroncaba con su mejor tradición. El programa logicista del neopositivismo en ciencias de los hechos, ciencias empíricas, coincidió con el intento logicista de Gottlob Frege, Bertrand Russell y Albert North Whitehead de reducir todas las matemáticas a la lógica⁴⁸ — naufragando como él, pese al rigor, la constancia y el esfuerzo empleados.

No es nuestro propósito seguir la historia del logicismo matemático. Mencionaremos, sí, *algunos inconvenientes con los que tropezó el logicismo de ciencias empíricas*.

Primeramente, aunque consiguió iluminar cuestiones importantes de la estructura de la ciencia, el logicismo de ciencias empíricas escasamente pudo reconstruir teorías, como era su propósito manifiesto. La lógica empleada, como Popper lo hiciera notar con justeza y mordacidad, no admitía funciones numéricas — y sabemos que la ciencia consiste en gran parte en cálculos matemáticos.⁴⁹

⁴⁷ Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, Chicago, The University of Chicago Press, 1950, cap. 1. Para una discusión acerca de la elucidación: Coffa, A., "Dos concepciones de la elucidación filosófica", y Simpson, T. M., "Análisis y eliminación: una módica defensa de Quine", en *Crítica*, Vol. VII N° 21, México, diciembre de 1975.

⁴⁸ Para estudiar el programa logicista: Frege, G., *Conceptografía. Los fundamentos de la aritmética*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1972. Disponible en la Red. Russell, B., "Los principios de la matemática y Principia Mathematica (prefacios)", en: *Obras completas*, Madrid, Aguilar: 1973. Para un comentario: Gödel, K., "Russell's Mathematical Logic", en Schilpp, P. A. (ed.), *The Philosophy of Bertrand Russell*, Evanston, Northwestern University, 1944.

⁴⁹ Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1973, p. 21: "Mas por desdicha, al parecer no existe semejante 'lenguaje de la ciencia', por lo cual se les hace necesario construir uno; sin embargo, la construcción de un modelo a tamaño natural y que funcione de lenguaje de la ciencia –un modelo en que pudiera manejarse una verdadera ciencia como la física– resulta algo dificultosa en la práctica: y por tal razón, los encontramos embarcados en la construcción de complicadísimos modelos que funcionan, pero en miniatura –de

Luego fueron develándose otras limitaciones, provenientes de aspectos de la ciencia que se hicieron notorios a medida que su historia adquiría mayor precisión. Las teorías no eran entes suspendidos intemporalmente, sino que evolucionaban en el tiempo. Ello no encontraba correspondencia en los muy simplificados modelos lógicos desarrollados hasta ese momento. El crecimiento, evolución y muerte de las teorías debía reflejarse en el análisis de su estructura.

Para la década de los cincuenta la filosofía de la ciencia ya comenzaba a exhibir signos de esclerosis, que se traducían en un cierto escolasticismo de las investigaciones.

Hemos comentado anteriormente la ruptura total de la *impasse* que obra el libro de Thomas Kuhn, al cambiar la imagen que se tenía de la ciencia. Seguiremos ahora las variaciones que fueron suscitándose alrededor de los análisis formales.

Hacia los cuarenta comenzaron a publicarse artículos que continuaban el programa logicista matemático, desde otro punto de vista. En vez de que el lenguaje común básico fuera la lógica, proponían que lo fuese la teoría informal de conjuntos, no formalizada rigurosamente, que partía de *conceptos intuitivos* tales como *conjunto*, *pertenencia* al conjunto, etc. Esos artículos los firmaba el coronel Bourbaki. El nombre es una ficción que encubría a matemáticos franceses, decididos a publicar anónimamente bajo una rúbrica colectiva. Nunca fue explicitado el motivo –ni siquiera reconocida la inexistencia del coronel de marras–, pero en el proceder se advierte una ética de la ciencia como actividad comunitaria, más allá de la búsqueda de prestigios o beneficios individuales.⁵⁰

Pues bien, en una veintena de años, "Bourbaki" logra la finalidad buscada. Las matemáticas enteras fueron reescritas en lenguaje de conjuntos. Dieron así nacimiento a las matemáticas modernas, con incalculables consecuencias teóricas y prácticas.

Quisiera volver a mencionar el trasfondo de lo intentado por Carnap en ciencias empíricas, para aquilatar lo realizado por "Bourbaki".

Recordemos que Carnap buscaba un lenguaje común a toda la ciencia –un vocabulario que hablara de objetos físicos, materiales, rigurosamente interconectado por la lógica– para unificarla de tal manera que cualquier

enormes sistemas de diminutos chirimbolos-. (...) En realidad estos modelos carecen de importancia para la ciencia y para el sentido común. (...) Al primero le faltan, incluso, los medios para expresar la identidad, y en consecuencia no pueden representar igualdad alguna; de modo que no contiene ni siquiera la aritmética más primitiva. (...) En el tercero – el más desarrollado y famoso de todos– tampoco pueden formularse las matemáticas; y – lo que es aun más interesante– tampoco pueden expresarse en él propiedades mensurables de ningún tipo".

⁵⁰ Bourbaki, N., *Elementos de historia de las matemáticas*, Madrid, Alianza, 1976; *Elements of Mathematics: Theory of Sets*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1968.

estudioso, conociéndolo, pudiera entender lo realizado en cualquier campo, superándose las fronteras que las especializaciones habían introducido merced a sus lenguajes diferenciados — configurando una torre de Babel en la que cada rama permanecía aislada de las demás.

El ideal que alienta detrás de la empresa podremos intuirlo sólo si pensamos en que Carnap, nacido a fines del siglo XIX, permanece fiel a sus concepciones socialistas el resto de su vida, y supo de la utopía del esperanto, un idioma artificial creado para que todos los hombres se entendieran y se reconocieran como hermanos.⁵¹

La lógica y el vocabulario fisicalista serían el esperanto de la ciencia.

"Bourbaki" logra ese idioma unificado para las matemáticas. Con él, cultores de ramas para cuya comprensión eran necesarios años de estudio podían, con apenas un par de meses de entrenamiento, leer trabajos de otras ramas igualmente complejas en las versiones transcritas a teoría de conjuntos. *Más aún –cosa impensable anteriormente, cuando nadie salía de su propio reducto– se podía ser investigador creativo en cualquier sector. Y los niños entendían matemática avanzada gracias a la simpleza, a la sencillez de su exposición.* La próxima generación de matemáticos habría aprendido desde el colegio primario su disciplina según la nueva notación, la de la matemática moderna. La utopía carnapiana se había revelado posible para las matemáticas.

El análisis efectuado por "Bourbaki", eso que llamamos investigación sobre *fundamentos*, revolucionó la enseñanza y la práctica de su ciencia, marcándola para siempre.

Suppes saca las consecuencias necesarias de esta historia.⁵²

Hacia los cincuenta, Suppes propone que *el instrumento para analizar la ciencia empírica* sea, asimismo, la teoría informal de conjuntos, un camino que ejemplifica formalizando, él mismo, una teoría interesante y compleja, que fue por siglos el modelo de cientificidad: la mecánica clásica de Newton.

Mostraremos el procedimiento –axiomatización por predicado conjuntista– en el análisis lógico de una teoría médica, la teoría infecciosa de las enfermedades, para continuar luego con su consecuencia natural, *la concepción estructural*, en la presunción de que al hacerlo estaremos –en similitud con la matemática moderna– enseñando la ciencia moderna del fu-

⁵¹ Carnap, R., "Intellectual Autobiography", en: Schilpp, P.A. (ed.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle, Ill., Open Court, 1963.

⁵² Suppes, P., *Set-theoretic Structures in Science*, Stanford, 1970; Suppes, P., J.C.C. McKinsey y A.C. Sugar, *Fundamentos axiomáticos para la mecánica clásica de partículas*, Michoacán, México, Universidad Michoacana, 1978.

turo. ¿Se logrará el sueño de Carnap con los medios de "Bourbaki"? Por lo pronto, ya se han formalizado múltiples teorías y sus evoluciones históricas se han vuelto comprensibles. Es quizás sensato suponer que estamos en vías de su realización.



Patrick Suppes (nacido en 1922)

La nueva teoría formal de la ciencia, al estipular las relaciones que sostiene lo estructural con la historia y la realidad, contribuye no sólo a objetivos intracientíficos, sino a la comprensión del rol jugado por la ciencia en la sociedad, como instrumento de transformación teórico y práctico, puesto que una herramienta sólo permite los usos que surgen de su forma, más allá de consideraciones sociales, políticas o económicas. En este sentido, su conocimiento resultaría imprescindible para toda planeación racional de cambios.

2. Axiomatización por predicado conjuntista

El enfoque empleado por Suppes va a diferir radicalmente de aquellos usados hasta el momento. En vez de cuestionarse inicialmente *cómo* son las leyes de la ciencia, la teoría de conjuntos adoptada a la manera de lenguaje básico gira la pregunta hacia *cuáles son los elementos* de una teoría, ya que todo conjunto se define por la *clase* de cosas que abarca.

Nótese el cambio efectuado: anteriormente se buscaba la forma lógica de una teoría, y luego se llegaba, *deductivamente*, al nivel en que hablaba de un individuo. De *todos* en la ley, a *uno* o *algunos* después de la deducción.

Ahora se intenta comprender qué sea un *elemento* de la mecánica clásica de partículas o de la teoría infecciosa de las enfermedades o de la

teoría de la evolución o de una teoría política. De allí se sigue lo que es cada una de estas teorías: el conjunto de todos sus elementos.

El enfoque va a recibir, por este motivo, una denominación genérica. Ya que su preocupación es por aquello de lo que trata la teoría –sus elementos– será un *punto de vista semántico*.

Su definición, efectuada mediante la teoría de conjuntos, constituirá la axiomatización buscada.

Para determinar conjuntistamente a X , elemento de una teoría, señalaremos:

- 1) un *dominio* que comprende a los objetos del conjunto,
- 2) las *funciones* que les corresponden.

Formalmente, cualquier X será:

$$X_1 = \langle D_1 \dots D_n, f_1 \dots f_n \rangle$$

X_1 entonces, estará definido por una secuencia de símbolos que indican el *dominio* de la teoría y las *funciones* que la investigación formal encuentre en sus axiomas.

En aras de la claridad, introduzcamos una nomenclatura adicional. Reservaremos el vocablo *elemento* propiamente dicho para designar a un miembro de D , el conjunto dominio de la definición, o bien de f , las funciones.

En cambio a X , un individuo de la teoría, en realidad un *sistema*, pues se trata de elementos más las funciones y relaciones, lo llamaremos *modelo* de la misma.

Anteriormente habíamos comentado el uso en lógica y en matemáticas del término *modelo* como el *ejemplo* de lo formal, contrariamente a la costumbre de mencionar de esta manera a lo abstracto.⁵³

Formalmente, diremos que un *modelo* es cualquier entidad que satisface los axiomas del predicado conjuntista; por definición será una *estructura*.

Por lo tanto, si:

$$T = \langle M \rangle$$

Léase: la teoría es el conjunto de sus modelos; podremos decir igualmente que es un conjunto de estructuras.

⁵³ Para axiomatización mediante predicado conjuntista, consultar: Suppes, P., *Introducción a la lógica simbólica*, México, CECSA, 1981.

Dominios, funciones, relaciones, forman una estructura, la de los modelos de la teoría, que ejemplificaremos para las enfermedades infecciosas de la siguiente manera:

2.1. Axiomatización conjuntista de la teoría infecciosa de las enfermedades⁵⁴

Definición:

X es un modelo de TIE si y sólo si existen un H , un M , una s , una ap , una sa , una ma , un t , tales que:

1. $X = \langle H, M, s, ap, sa, ma, t \rangle$;
2. H y M son conjuntos finitos no vacíos;
3. s es una función de H en la semiología;
4. ap es una función de H en la anatomía patológica;
5. sa es una función de H en la semiología y la anatomía patológica;
6. ma es una función de H y M en la anatomía patológica;
7. t es un intervalo en los números reales;
8. Para todo h en H , y todo m en M , se cumple:

$$(ma)(h_1, s_0, ap_0, m_1, t_0) = (h_1, m_1, s_{1-n}, ap_{1-n}, sa_{1-n}, t_{1-n})$$

El predicado conjuntista que define, axiomatiza a X , modelo de EI, está formado por una secuencia de símbolos: H, M, s, ap, sa, ma, t .

Del número uno al siete, se encuentran los axiomas que caracterizan a cada uno de los términos del tuplo.

El octavo es el axioma que los interrelaciona, y puede ser considerado *la ley fundamental de la teoría*.

Si la axiomatización concluyera aquí, tendría una gran corrección formal, pero no sabríamos de qué trata: sería abstracta por completo.

Es necesario añadir –informalmente– unos axiomas que interpreten dichos términos, indicando de qué teorías subyacentes a la teoría infecciosa provienen.⁵⁵

⁵⁴ Para las enfermedades infecciosas se utilizó como fuente la exposición estándar de Cecil, R. L. y R. F. Loeb, *A Textbook of Medicine*, Saunders, Philadelphia and London, 1976; Mazzei, E., *Medicina interna*, La Prensa Médica, Buenos Aires, 1969.

⁵⁵ No pretende ser esta una axiomatización definitiva, pero sí un ejemplo simplificado de cómo deben ser las formalizaciones. A los efectos didácticos, se prescindió de considerar la fisiopatología entre las funciones de las enfermedades infecciosas, y probables complejidades en los dominios –que quizás debiera ser uno solo– de seres vivos, para dividirse luego en

Hagámoslo así:

H es el dominio cuyos elementos son los seres humanos h anátomo-fisiológicamente definidos. Debe ser no vacío a fin de que la teoría se refiera a algo. Finito, pues es en principio enumerable.

M es el dominio cuyos elementos son los microorganismos m . Debe ser finito y no vacío, por los mismos motivos.

S es una función que indica los cambios ocurridos en los seres humanos a consecuencia de la enfermedad, los signos y síntomas detectados merced a una exploración reglada por la teoría semiológica, tipificados según sus normas.

ap es una función que indica los cambios ocurridos en los tejidos profundos del organismo, según la teoría anátomo-patológica.

sa es una función que correlaciona los signos y síntomas encontrados mediante la exploración semiológica con los cambios en los órganos profundos, según la teoría clínica.

ma es una función que conecta la presencia de los microorganismos en el cuerpo humano, en los distintos órganos, con las alteraciones de su aspecto –anatomía patológica– estipuladas según la teoría infecciosa.

t representa el tiempo, tal que podamos expresar la evolución de la enfermedad desde un principio t_1 hasta cualquier momento posterior t_2 .

La fórmula expuesta en 8, interpretada como la ley fundamental de la teoría infecciosa, afirma que si existe una función ma dada por la presencia de microorganismos en el cuerpo humano, que provoca cambios en su anatomía patológica –y agregaríamos, en su fisiopatología–, entonces el organismo h_1 , que acaba de sufrir la invasión del microorganismo m_1 en el instante inicial t_0 , y que se encuentra en estado de salud –expresado por la ausencia de signos, síntomas s_0 y cambios anátomo-patológicos ap_0 , *pasa de ese estado al siguiente*. Presenta entonces signos y síntomas que van cambiando de s_1 a s_n (detectados por la semiología), y alteraciones anátomo-patológicas ap_1 a ap_n , asimismo evolucionando en el tiempo que va de t_1 a t_n , pudiendo relacionar signos, síntomas y anatomía patológica según lo quiere la clínica sa .

El curso evolutivo, propio de cada enfermedad, concluye en el tiempo t_n con la curación con secuelas o sin ellas, o la muerte del paciente.

Ahora bien, si X cumple los ocho axiomas, es una *estructura* que es *modelo* de la teoría infecciosa de las enfermedades.

ejemplares humanos y microbianos, dando lugar a modelos sólo semiológicos, en que los microbios no intervienen.

Cada modelo posee la misma estructura, sea la neumonía o la meningitis tuberculosa –llamamos genéricamente neumonía al conjunto de todas las neumonías que se presentan efectivamente en organismos humanos–, especificándose en cada uno de ellos el microorganismo actuante, los signos y síntomas característicos, la anatomía patológica que le corresponde, la fisiopatología distintiva, y el curso evolutivo que posee –su ley fundamental– por medio de la cual se *predice* el futuro del paciente.

La teoría infecciosa de las enfermedades será, por lo tanto, el conjunto de sus modelos — la neumonía, la estafilococcia, la gonorrea, el sarampión.

Una vez más: $T = \langle M \rangle$.

Hasta aquí hemos formalizado mediante teoría de conjuntos, a la manera en que "Bourbaki" axiomatizara la teoría matemática de grupo, y en que Suppes formalizara la mecánica clásica de partículas. Sin embargo, todavía no estamos de lleno en la concepción estructural de las teorías.

La ciencia empírica, ciencia de los hechos naturales y sociales, es más compleja que las teorías matemáticas que sirvieron de ejemplo para axiomatizar a la mecánica clásica — ella misma es mucho más compleja.

Desde el punto de vista de su estructura abstracta X , en eso que en la formalización a lo Suppes hemos definido como $\langle M \rangle$ no se contemplan las dificultades y las sutilezas que derivan de que en ciencias empíricas existen funciones *teóricas*. Además, no se indica cómo se relacionan estas entidades, estas estructuras, con aquello que se encuentra más allá de la teoría: con la realidad. Considerar tanto la teoricidad de ciertas funciones como las conexiones de la teoría con la realidad nos introduce por completo en el programa de la concepción estructural.

3. Los términos teóricos

Resumiremos ahora brevemente la cuestión de los términos teóricos en la filosofía de la ciencia clásica, las vías de solución intentadas, sus frustraciones, y finalmente el planteo de la concepción estructural, con las consecuencias que conlleva para el análisis de las teorías científicas.

En un principio, el neopositivismo pensó que todo el lenguaje que cabía encontrar en la ciencia era uno de términos observacionales básicos que designaban objetos y propiedades observables. "Rojo", "mesa", "elefante", son algunos de ellos.

Pronto se vio que no era así. Además de los términos observacionales, existían en ciencia, y eran casi su carácter distintivo, unos términos que

no tenían ningún correlato en objetos observables. Eran inventados por la ciencia, parte inescindible de su lenguaje. "Masa", "superyó", "gen", "átomo", "electrón", "campo", "clase social", atestiguaban en diferentes ámbitos teóricos la inobservabilidad de los denotados de parte del léxico científico.

Existían, pues, *vocablos observacionales y vocablos teóricos*, nombre este último con el que se designó a *los términos que no se referían a lo observable*. Al percatarse de ello comenzó la necesidad de desentrañar su índole lógica, sus relaciones con los términos observacionales, y el estudio de su eliminabilidad en aras de *lograr un solo tipo de lenguaje* para la ciencia.

Recordemos que su presencia constituía una afrenta a la concepción de la ciencia y la filosofía del primer neopositivismo, puesto que si todo lo que no fuera verificable carecía de sentido, era pura metafísica — y la metafísica era desdeñable. El hecho de que hubiera en la ciencia misma vocablos de referencia no verificable por la experiencia inmediata —¿cómo constatar por simple inspección la presencia del superyó? ¿o la de átomos en la madera que constituye un piano?— equivalía a afirmar que *toda la empresa de demarcar ciencia de metafísica era inútil*. El campo electromagnético era tan poco observable como la despreciada *nada* de Heidegger, cuya frase "la nada nada" fue presentada como ejemplo máximo de sinsentido.⁵⁶

se intentó reducir los términos teóricos a observacionales, a fin de eliminarlos. En ocasiones, éxitos triviales hicieron pensar que éste era el camino. Por ejemplo, el término *peso específico* podía sustituirse por *peso sobre volumen (P/V)* sin pérdida de contenido informativo.

Sin embargo, no era el caso de términos teóricos más complejos, como "masa", "fuerza", "gen". Para ellos, pudo extrapolarse a las ciencias empíricas un teorema lógico, que estipulaba la factibilidad del reemplazo por *infinitos* enunciados básicos. Pero enseguida se hizo evidente que eso era sólo otra forma de sentar su ineliminabilidad.⁵⁷

No sólo eso. La negación de los términos teóricos podía tener consecuencias funestas para la ciencia. Ernst Mach, brillante científico, filósofo, epistemólogo, cuya crítica a los conceptos de la mecánica clásica dio origen a las investigaciones de Einstein, negó —empirista convencido— toda importancia al uso de inobservables en ciencia... poco tiempo antes de que Rutherford iniciara la física atómica en su laboratorio de Cambridge.

Renunciar a los términos teóricos equivalía a abandonar al mismo tiempo los caminos de investigación abiertos por ellos —el átomo, el incons-

⁵⁶ Carnap, R., "La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje", en: Ayer, A. J. (ed.), *El positivismo lógico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1973.

⁵⁷ Una discusión clásica acerca de los términos teóricos se encuentra en: Hempel, C., "El dilema del teórico", en: *La explicación científica*, Paidós, Buenos Aires, 1979.

ciente, el gen- durante la búsqueda de su constitución íntima. Posteriormente, dada la imposibilidad de otorgarles una interpretación empírica observable total, se pensó que debieran tenerla *parcial*, sin avanzar demasiado en su precisión.⁵⁸ Karl Popper escapó a la distinción teórico-observacional mediante el recurso, del todo coherente con su percepción de la ciencia y el conocimiento, de suponer que todo vocablo -todo *universal*- que se emplee en lenguaje afirmativo reviste el carácter de hipotético. Había ya considerado que las *leyes* de la ciencia permanecían como hipótesis falibles, refutables, mas no verificables, debido a la relación lógica que entablan con los enunciados básicos. Estos mismos son igualmente hipótesis, ya que su contrastación podía seguir por siempre, y se los aceptaba convencionalmente verdaderos a los fines de corroborar o refutar las leyes, estimándose que la convención acerca de su verdad era revisable en cualquier momento.

Agregamos ahora una "vuelta de tuerca" más al pensamiento popperiano: incluso los *vocablos* con los que se forman las leyes y los enunciados básicos son *hipótesis*, puesto que cualquiera de ellos -a los que llamaremos *universales*, siguiendo una añeja nomenclatura de la filosofía- tales como *agua*, *vaso*, *mesa*, implican un cierto comportamiento -no tener color, olor, sabor, en caso de ser agua; no moverse en caso de ser mesa, etc.- cuyo cumplimiento es contrastable, como cualquier hipótesis, de manera incompleta.⁵⁹

Resultaría entonces que *no hay diferencia de género entre los términos observacionales y los teóricos: ambos son hipotéticos*.

Sin embargo, pareciera que se deja de captar algo importante si, al analizar el lenguaje de la ciencia, no se establece alguna distinción entre vocablos como *amarillo* y vocablos como *átomo*.

El polo teórico de la dicotomía teórico-observacional presentaba, por tanto, enormes dificultades conceptuales y lógicas.

Mas también lo presentaba el polo observacional. Ya habíamos mencionado en capítulos anteriores que *lo observable nunca lo era de manera directa, sino a la luz de complejas teorías interpretativas* que nos hacía "ver" en el desplazamiento de una aguja el valor numérico de los kilovoltios que descarga un equipo de rayos X, o la acidez en el pasaje al rojo de un papel tornasol. O de teorías observacionales más primitivas, adquiridas en edad temprana y no cuestionadas más que en situaciones de excepción, como las que se refieren a la conservación del volumen y el peso en cuer-

⁵⁸ Carnap, R., "The Methodological Character of Theoretical Concepts", en: Feigl, H. y Scriven, M. (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956; *Testability and Meaning*, New Haven, Whitlock, 1954.

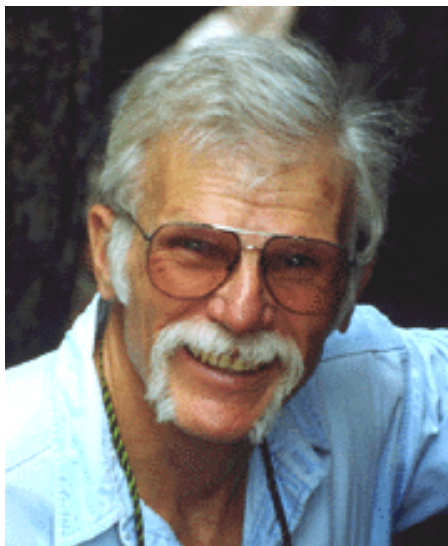
⁵⁹ Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973

pos y líquidos que cambian de forma, o a la percepción de lo cuadrangular de una mesa pese a que en realidad la veamos siempre como un romboide.⁶⁰

Similarmente, lo teórico es también "visible" si se acepta la teoría que habla de él. Gracias a la aceptación plena de una tipología teórica, un psiquiatra "ve" una paranoia donde un observador no entrenado observa a un señor enfático y desconfiado. Carnap, constatando esto, dirá tardíamente que la línea divisoria entre lo observable y lo teórico es convencional y no fija –como en un principio se supuso– con límites que se desplazan según la convención vigente. Hempel dirá además que *dicha frontera dependerá del estado de la ciencia* en una época determinada.⁶¹

En este contexto, tampoco se había respondido a un desafío lanzado por Putnam: si lo característico de la ciencia es lo original de algunos términos, por qué en vez de definirlos negativamente –como lo que se refiere a lo no observable– no se lo hacía por lo positivo, por alguna cualidad que poseyeran.⁶²

Joseph Sneed, el autor de la obra (*The Logical Structure of Mathematical Physics*) que inicia la concepción estructural, establece finalmente un criterio positivo, aunque no absoluto, de identificación de lo teórico, puesto que su calificación como tal dependerá de la teoría que se considere.⁶³



Joseph Sneed (nacido en 1938)

⁶⁰ Para las teorías comunes de la percepción, consultar: Piaget, J., *La construcción de lo real en el niño*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1976.

⁶¹ Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969; Hempel, C., "On the Standard Conception of Scientific Theories", en: Radner, M. y Winokur, S. (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. IV, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970.

⁶² Ver: Stegmüller, W., *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983, pp. 51-56.

⁶³ Sneed, J., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971.

Lo teórico será una *función* cuya cuantificación –e identificación–, sólo puede efectuarse en *un modelo pleno de la teoría*, lo que presupone la *validez* de la misma. Así, el uso de la balanza para medir masas –término teórico newtoniano– "presupone que la balanza con los objetos sobre los platillos representa un modelo de la mecánica clásica de partículas, en el que la función 'fuerza' posee una determinada forma".⁶⁴ De la misma manera, asignamos caracteres de teoriedad a la función *ma* de la reconstrucción de la teoría infecciosa que establece cambios fisiopatológicos ante la presencia microbiana, puesto que esto sólo se detecta y expresa si suponemos la *validez* de la teoría, a saber: que existen enfermedades causadas por microorganismos. Es de notar que existe una cierta circularidad en la definición; según Sneed, es índice de que efectivamente se encuentra involucrado un término teórico.⁶⁵

Resulta de igual manera sencillo comprender por qué gen, superyó, clase social, son teóricas con respecto a las teorías genética, psicoanalítica y marxista, respectivamente.

Para saber de lo teórico, es menester situarlo en una teoría específica: será *T-teórico*, *teórico con respecto a la teoría T*. El criterio es positivo y *relativo siempre a una teoría dada*. ¿Por qué es así?

Porque *un término podría ser teórico en una teoría, y usado en otra como no-teórico*. Es teórico relativo a ella, en vez de ser teórico en forma absoluta.

En nuestra reconstrucción de las enfermedades infecciosas, las funciones, por ejemplo, de *exantema* o *soplo tubárlico* son no-teóricas para "sarampión" o "neumonía", respectivamente, pero teóricas en la semiología, de la que provienen.

Para la concepción estructural, la distinción entre términos se establece entre teórico y no-teórico, analizando el rol que juegan funcionalmente en cada teoría. Con esto se evita la tradicional división epistemológica de *observacional* y *teórico*, tan altamente conflictiva.⁶⁶

El criterio de teoriedad de Sneed resuelve las objeciones formuladas hasta ese momento a otros intentos. Los términos teóricos, finalmente, son propios de las teorías, ineliminables, definidos positivamente y con claridad. Su consideración va a mostrar que es imposible decir de una teoría que es el conjunto de sus modelos, sin más, puesto que va a ser lícito preguntarse

⁶⁴ Stegmüller, W., *op. cit.*, p. 145.

⁶⁵ Sneed J., *op cit.*

⁶⁶ La distinción entre *teórico* y *observacional* de la filosofía clásica de la ciencia es de tipo epistemológico, es decir, se refiere a cómo conocemos las cosas. Esto se obvia y se utiliza un criterio que sea solamente funcional –derivado del *uso* de los términos en las teorías– y que no depende de nuestras creencias acerca de los mecanismos del conocimiento, que pertenecen a un contexto de discusión ajeno al presente.

si todos los modelos son de igual índole, ya que las funciones teóricas y no teóricas establecen diferencias entre ellos.

4. El núcleo teórico

Veremos a continuación que la expresión primitiva $\langle M \rangle$, conjunto de modelos que definen una teoría, debe ser subdividida. Los distintos modelos resultantes integrarán un nuevo conjunto K , al que daremos el nombre de *núcleo teórico*.

Los primeros modelos que mencionaremos son aquellos en los que se consideran solamente los *dominios* y las funciones *no-teóricas*; los llamaremos *modelos parciales posibles* (Mpp en su abreviatura), siendo los más básicos del núcleo teórico K .

En la axiomatización de las enfermedades infecciosas, a los dominios de seres humanos H y de microorganismos M es necesario añadir las funciones no-teóricas –en este contexto– de la semiología s , de la anatomía patológica ap y del tiempo t .

Formalmente:

" X es modelo parcial posible (Mpp) de TIE si y sólo si existen un H , un M , una s , una ap y una t , tales que:

$$X (Mpp \text{ de TIE}) = \langle H, M, s, ap, t \rangle"$$

Hemos elegido como funciones no-teóricas a s y a ap para señalar, tanto su origen en otras teorías –la semiología y la anatomía patológica– como su sucesión en la historia, puesto que primeramente existieron modelos exclusivamente semiológicos, en la medicina hipocrática y galénica, y recién muy posteriormente se supo de alteraciones profundas durante las afecciones febriles –modelos anátomo-patológicos– que poseen asimismo una ley evolutiva temporal.

Tiene además correspondencia con la manera en que el médico se enfrenta a la enfermedad. El galeno procede a la exploración física y forma el modelo semiológico; hace uso de exámenes complementarios luego, para entrever –mediante rayos X, tomografía computada, ultrasonografía, gammagrafía, pruebas de laboratorio, etc.– la índole de la anatomía patológica en juego y, al estipular los modelos adecuados, fundir ambos modelos (semiológico y anátomo-patológico) en el diagnóstico.

Una vez localizados nuestros primeros modelos, los *parciales posibles*, modelos "empíricos" de la teoría, debemos transformarlos en *modelos potenciales* (Mp), que se obtienen añadiendo a los modelos parciales posibles las *funciones teóricas*.

En la teoría infecciosa de las enfermedades, son las funciones que correlacionan los cambios en los tejidos con la semiología (*sa*) y la que conecta el pulular de microorganismos con la anatomía patológica (*ma*).

Formalmente:

"X es *modelo potencial* (*Mp*) de IE si y sólo si existen un *H*, un *M*, una *s*, una *ap*, una *sa*, una *ma* y una *t*, tales que:

$$X (Mp \text{ de TIE}) = \langle H, M, s, sa, ma, t \rangle$$

Hemos prescindido de reiterar los axiomas 1 a 7 que caracterizan a cada uno de los términos del predicado conjuntista, y que son parte integrante de la formalización del *modelo potencial*.

Sólo no figura en él el octavo axioma, *la ley fundamental* de la teoría que relaciona, suelda en un solo haz, todos los términos en una predicción que se refiere a la evolución de la enfermedad, búsqueda permanente de la medicina desde los tiempos en que Hipócrates cifraba el orgullo del médico, no en sus facultades de curar, sino en indicar con precisión el *pronóstico* de la misma, es decir, la predicción correcta, como en las demás ciencias naturales. La adición de las leyes hacen, de un *modelo potencial*, un *modelo completo* de la teoría, *M* en nuestra abreviatura.

Así, el núcleo teórico de la teoría no estará formado simplemente por modelos, como lo supusimos en un principio.

Poseerá *modelos parciales posibles*, *modelos potenciales* y *modelos*.

Formalmente:

$$K = \langle Mpp, Mp, M \rangle$$

Quizás en la exposición no se haya expresado por completo la diferencia que media entre los distintos modelos, más allá del agregar funciones y leyes.

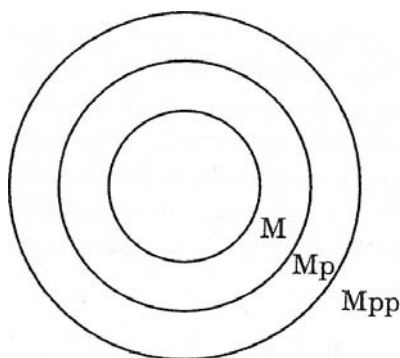
Relatémosla, refiriéndonos una vez más a la teoría infecciosa de las enfermedades. De esta manera podrá hacerse resaltar que hay sujetos – seres humanos– que presentan ciertos signos y síntomas, pero que no tienen las correspondientes alteraciones anátomo-patológicas, y a los que *no* pueden encontrársele los microorganismos presuntos, ni en cultivos ni en inoculaciones a animales de experimentación, y que por lo tanto no pueden ser modelos de la teoría infecciosa, sino apenas modelos parciales posibles.

En medicina, se tienden a separar unos de otros mediante el diagnóstico diferencial, que comprende desde pruebas de laboratorio hasta biopsias — y recordemos que, en casos extremos, la exclusión o inclusión en un conjunto u otro recién se efectúa en el examen anátomo-patológico postmórtem, la autopsia. Una erupción morbiliforme –por definición, parecida al sa-

rampión– y *que identifica a un sujeto como modelo parcial posible* de esta enfermedad, podrá deberse a causas alérgicas, alteraciones del colágeno, otros microorganismos, etcétera.

En otros, la evolución, finalmente, no será la esperada. Lo que obligará a replantear el diagnóstico o a anunciar una nueva modalidad de evolución. No será modelo; o la enfermedad primitiva se dividirá en *modelos típicos*, que siguen la ley estándar, y *modelos atípicos*, que siguen otra progresión, aunque pertenezcan a la misma enfermedad, puesto que conservan las funciones de la anatomía patológica y de la fisiopatología y sus enlaces estipulados.

Quisiera hacer notar que cada uno de los sucesivos modelos, sean parciales posibles, potenciales o simplemente modelos, comprenden cada vez menos miembros, ya que el añadido de funciones y leyes restringen el universo posible, de manera que cada uno será un subconjunto del siguiente. Gráficamente:



Los modelos potenciales son un subconjunto de los modelos parciales posibles, y a su vez, los modelos son un subconjunto de los primeros.

El núcleo teórico se ha complicado notablemente desde nuestra primera afirmación de que *las teorías eran el conjunto de sus modelos*, y la complejidad creciente refleja la complejidad real de las teorías físicas.

Mas es todavía necesario incorporarle un nuevo elemento.

Hasta el momento, la estructura de las teorías tal como la hemos expuesto, además de estar vertida en un correcto lenguaje conjuntista, tiene correspondencia con dos situaciones. Primeramente, la subdivisión en diferentes tipos de modelos y su caracterización sucesiva en una buena descripción, por añadidura, del proceder del científico en su construcción de teorías –ya sea original, aplicada o cuando resuelve ejercicios en su entrenamiento profesional– y del médico *cuando hace un diagnóstico y con ello realiza ciencia aplicada*.

Los pasos sucesivos por los que el filósofo de la ciencia reconstruye una teoría conjuntísticamente, es decir, el mecanismo de localización de los

objetos de los que habla la teoría, su *dominio*, al que se le *aplican* las funciones menos problemáticas, *las funciones no-teóricas*, para enriquecerlos luego con las funciones propias de la teoría, *las funciones teóricas*, y recién a continuación *ver si sus leyes fundamentales se cumplen efectivamente*, son asimismo los pasos que sigue el científico en su labor. Y esta *afirmación empírica* acerca del proceder en ciencia, susceptible de ser contrastada, hace que sostengamos que la reconstrucción a lo Sneed es una auténtica teoría sobre la ciencia, *una teoría empírica*, y no sólo una reconstrucción afortunada pues posee un contenido empírico adicional que excede lo lógico.

En segundo lugar, el que sea reconstruida como un conjunto de distintos modelos hace justicia precisamente a esa circunstancia, la de que la ciencia no habla de una sola cosa, sino de *múltiples modelos*. Habíamos mencionado que en mecánica clásica los modelos eran, entre otros, el sistema solar, el sistema proyectil-tierra, el péndulo, los cuerpos en caída libre, bolas de billar que se entrechocan. Similarmente, la teoría infecciosa de las enfermedades tiene entre sus modelos a *cada una de las enfermedades infecciosas*: neumonía, sarampión, viruela, sífilis, psitacosis. Consideraremos que cada uno de estos modelos es el conjunto abierto de los organismos reales que las padecen, con su etiología, su sintomatología y su fisiopatología.

La existencia de múltiples modelos supondrá, para la concepción estructural de las teorías, contemplar un nuevo elemento que debe incorporarse al núcleo estructural, las *condiciones de ligadura*, *C* en su abreviatura, que expresa su interconexión: la ligadura es un elemento que los relaciona y que transforma al conjunto de los modelos en un sólido entramado.

Puede haber ligaduras sobre funciones teóricas y sobre funciones no teóricas, consistentes ambas en que los *valores* que poseen *se conservan a través de todos los modelos en los que aparecen*, soldando unos con otros. Así, el valor masa de un individuo de un modelo de la mecánica clásica –la magnitud de la masa para la tierra, por ejemplo– será el mismo en el sistema solar, el sistema tierra-sol o el sistema balístico. Para la teoría infecciosa, un individuo que se encuentra afectado de neumonía, y luego de pielonefritis, conservará en ambos modelos los valores de sus funciones anatómicas y fisiológicas, tanto si eran normales, como si padeciera al mismo tiempo de diabetes, circunstancia esta que incide directamente sobre el curso de cualquiera de ellos.

Con el agregado de *C*, *condiciones de ligadura*, ya estamos en condiciones de establecer la totalidad de elementos del núcleo teórico de una teoría cualquiera:

$$K = \langle M_{pp}, M_p, M, C \rangle$$

5. ¿De qué hablan las teorías?

Si las teorías fácticas sólo fueran una estructura matemática – los modelos por definición lo son– el análisis de las mismas concluiría en este punto. Sin embargo, las teorías son estructuras que se *aplican* con mayor o menor éxito a la realidad: a entidades que les son exteriores. La estructura conjuntista nos brinda un lenguaje abstracto, pero con él todavía no podremos hablar de objetos, de mesas y elefantes, de átomos y microbios, a menos que les asignemos un *significado* en el reino terrenal.

La maniobra que permite darle contenido al núcleo teórico la denominaremos maniobra semántica y resume la compleja relación que envuelve a la teoría y a lo que no es teoría.

Wittgenstein nos relata que puede imaginarse un lenguaje muy primitivo en el que sea posible enseñar el significado de los vocablos *señalando* aquello a lo que hacen referencia. Decir "ladrillo" y mostrar un ladrillo.⁶⁷

También en ciencia es necesario apuntar desde las teorías hacia la realidad. Esto lo efectúa Sneed sumando a la definición conjuntista de la teoría:

$$T = \langle K \rangle$$

(definición incompleta, pues la reduce a su núcleo teórico) un nuevo miembro, *I*, tal que:

$$T = \langle K, I \rangle$$

siendo *I* el *conjunto de las aplicaciones* empíricas de la teoría – *intended applications* en inglés, *aplicaciones propuestas* en castellano.

⁶⁷ Resulta muy claro en Sneed y Stegmüller que los modelos parciales posibles de las aplicaciones propuestas son especímenes de existencia en el mundo "exterior" a las teorías. Vemos una cita del primero: "The most obvious insufficiency in (D38) of the failure to require that the members of *I* be sets of *physical systems* in some appropriate sense of the term. (...) That is, my usage entails that some physical systems are sets of individuals together with numerical functions on these individuals." *Ibid.*, p. 250. Aquí, en todo momento habla de los *I* como individuos de existencia real, considerados con las funciones no-teóricas. Esto se confirma en *ibid.*, p. 256: "That is, electric circuits are the sort of things that one can built of another model. That is, electric circuits are the sort of things that one can built up out of component parts (the individuals of the model): resistors, capacitors, etc." Es de notar que resistores y capacitores del mundo real son considerados parte de los modelos *I*.

Stegmüller, en *La concepción estructuralista de las teorías* afirma: "Sin embargo, si dejamos a un lado los logros esperados de una teoría de la medida fundamental, la autolimitación ascética al aspecto matemático presenta un gran defecto filosófico: queda fuera de consideración la relación entre la teoría física y algo 'exterior' a ella misma. Por otra parte, la característica principal de Sneed tiene que ver precisamente con las relaciones entre las estructuras, descritas matemáticamente, de las teorías y las 'entidades exteriores' que no son, por su parte, teoría" (p. 22). Y a continuación: "Tenemos entonces esa clase de 'sneedificación del enfoque de Suppes' que justifica el que hablemos de una extensión del programa de Bourbaki a las ciencias físicas en lugar de una integración a ese programa. La extensión consiste en incluir 'piezas del mundo real' como los conjuntos *I* y *Mpp* y otras entidades no matemáticas, dentro de la exposición sistemática" (p. 42). Confirma por completo nuestra afirmación de que lo real se encuentra incluido en la teoría.

Esas aplicaciones son aquellos sistemas reales de los que tiene sentido preguntarse si pudieran ser modelos de la teoría, descriptos sólo por sus funciones no-teóricas. Un individuo cualquiera no puede llegar a ser un modelo de la teoría, sino uno con las funciones no-teóricas; un ser humano, por el simple hecho de serlo, no es candidato a ser modelo de la teoría infecciosa; debe presentar signos y síntomas.

Si señalamos que los sistemas en los que figuran las funciones no-teóricas son los modelos parciales posibles, los *I* deben ser necesariamente un subconjunto de éstos. Debe haber un número igual o menor de *I* que de *Mpp*, a fin de capturar la idea de que *no todos los modelos con funciones no-teóricas serán necesariamente modelos en plenitud*. Es menester reflexionar acerca de que no todo paciente febril –función no-teórica semiológica– y, por lo tanto, modelo parcial posible de la teoría infecciosa, padecerá una infección. Podría tratarse de un síndrome paraneoplásico, una reacción psicosomática, etcétera.

Un conjunto se determina o bien por enumeración de sus miembros –descripción extensional– o bien dándose unas condiciones para caracterizar su pertenencia –determinación *intensional*, esto es, que independientemente del efectivo conjunto de objetos a los que se aplique, especifica definicional o significativamente las propiedades o atributos conceptualmente requeridos para pertenecer a ese conjunto: no confundir con su parónimo *intencional*–. Mientras que los conjuntos extensionalmente enumerables son totalmente cerrados, es decir, en él ya están todos sus miembros, los conjuntos intensionales poseen la cualidad de ser abiertos: el número de sus miembros permanece indefinido, puede crecer o disminuir. El conjunto *I* de aplicaciones propuestas es un conjunto intensional, abierto, que refleja el desarrollo histórico real de las teorías, a las que constantemente se están incorporando nuevos modelos y eliminándose otros. El primer modelo acabado de la teoría infecciosa, la tuberculosis, fue seguido de una multitud de enfermedades que cumplían los postulados de Koch; el último gran candidato en revelar su índole infecciosa es contemporáneo: el SIDA.

El *contenido empírico* de las teorías está dado por un conjunto de aplicaciones *I*, que debemos agregar al núcleo teórico so pena de dejarlo abstracto. Señalar desde las teorías hacia la realidad significa apuntar a los modelos *I* de aplicación, y sobre todo a los primeros y más exitosos. Ellos son el patrón que siguen todos los demás. Los denominaremos *I_o*, subconjunto de *I* que coincide con los modelos paradigmáticos de los que nos hablaba Kuhn en su *Postdata* de 1969.⁶⁸

⁶⁸ Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.

Son ellos los que "anclan" la teoría en la realidad todo a lo largo de la etapa de ciencia normal. Difícilmente podría sobrevivir la teoría si estos modelos típicos fuesen eliminados –refutados– como aplicaciones exitosas. Piénsese en el daño quizás irreparable que sufriría la teoría infecciosa si la tuberculosis o la sífilis no fueran consideradas originadas por microorganismos. Sería el momento de eliminarla y pasar a otra teoría.

Una consideración más en la relación de las teorías con la realidad, y que posiblemente no resulta tan nítida de percibir. *De acuerdo con nuestro lenguaje conjuntista, lo empírico, la realidad, pasa a ser parte de la teoría, y no meramente algo externo a ella.* Los subconjuntos de K son todavía conjuntos abstractos, distintos a otros conjuntos que no lo son; por ejemplo, el conjunto de todos los elementos de mi escritorio: máquina de escribir, libros, lápiz, fotocopias, se encuentran *efectivamente* en el conjunto que los comprende. El conjunto de los jugadores de la selección de fútbol está integrado por los jugadores que la conforman. El elemento abstracto – el conjunto – se encuentra formado por elementos que no son abstractos. De la misma manera, el conjunto de aplicaciones propuestas I está formado por elementos no abstractos, elementos de la realidad *más sus funciones no-teóricas*. Por esta vía introducimos incluso en el núcleo teórico K a lo empírico. Puesto que si los I son un subconjunto de los Mpp , necesariamente deben estar en ellos los individuos de la realidad, además de modelos que sean exclusivamente matemáticos. Las teorías físicas tendrán modelos matemáticos, además de físicos; las teorías médicas quizás sólo modelos empíricos, excepto en las porciones matematizadas de la biología y la fisiología.

El problema de la relación entre teoría y realidad, cuando se considera a la primera un sistema de enunciados, surge de cuestionarse de qué manera un sistema lingüístico podría contrastarse o relacionarse con algo que no sean palabras o conceptos, sino que es la realidad. Tal sospecha de que el hiato, la diferencia entre cosas y palabras, sea virtualmente insalvable, deja de ser tal en los sistemas conjuntistas. Las estructuras conjuntistas *no son enunciados, y admiten entre sus miembros elementos que pertenezcan a la realidad.*⁶⁹ No hay tal hiato entre conjunto y realidad, puesto que los primeros pueden englobar a la segunda. Las cosas de que trata una teoría están en la teoría; sólo es posible discutir la oportunidad de atribuirles ciertas relaciones. Para decirlo en vocabulario de teoría de conjuntos, los modelos empíricos de la teoría son *isomorfos* a los modelos abstractos y entre sí, aunque dicho isomorfismo sea, finalmente, hipotético, corregible, refutable.

⁶⁹ Stegmüller, W., *op. cit.*, Cap. IV.

6. Las leyes especiales. Una red teórica

Thomas Kuhn hace notar que la ley fundamental de una teoría *nunca* se aplica directamente a la realidad. Es, habitualmente, una *forma* de ley – principio-guía, le llamaré Moulines– que sufre modificaciones para adaptarse a cada tipo de modelo de los que la teoría habla. Son las modificaciones de la ley fundamental –leyes especiales– las que contactan con lo real. Sabemos que las leyes acerca del curso de las infecciones varían de enfermedad en enfermedad, aunque todas compartan una manera *similar* de ser expresadas que las hace integrantes de una misma familia, con un origen común.

La existencia de leyes especiales para cada modelo, y su sucesiva aparición en el tiempo, obliga a exponer una nueva complejidad en la estructura de las teorías.

En un principio, Sneed había sugerido que las leyes especiales fueran consideradas ampliaciones del núcleo.

Poco tiempo después se vio que la manera más natural de estudiarlas era como si cada una de ellas fuera una teoría por derecho propio, con su núcleo teórico y sus aplicaciones propuestas, que guardaban con la teoría primera una relación tal que su núcleo era un subconjunto obtenido por especialización del núcleo inicial, y las aplicaciones un subconjunto de las primeras *I*. Procediendo de esta manera, el desarrollo histórico de un paradigma adopta la forma de una red teórica arborescente, con un tronco originario –elemento teórico básico– ramificándose en las teorías obtenidas por especialización.

En la formalización de la teoría infecciosa, podremos reconstruir cada enfermedad como una teoría en miniatura, con un núcleo teórico que cumple como ley fundamental la especialización del principio-guía, y sus aplicaciones empíricas, derivables de la axiomatización primera mas no idénticas a ella.

7. La concepción estructural y los paradigmas

La concepción estructural surge de una tradición formalizante que comienza en "Bourbaki", sigue con Suppes y culmina con Sneed. Sin embargo, el análisis conjuntista permite entender, además de cuál es la forma lógica de las teorías empíricas y cuál es su relación con la realidad, la evolución histórica de la ciencia tal como la expone Thomas Kuhn. Le brinda la claridad conceptual que puede echarse de menos en puntos claves de este autor; entre ellos, la falta de precisión en la noción central de *paradigma*,

presentada con tal multitud de significados que puede inducir a lecturas erróneas.

Apuntemos que es natural que así sucediera. Kuhn produce una entera novedad teórica, y como sucede a menudo en estas circunstancias, parte de los descubrimientos están envueltos en un lenguaje más tradicional y en una exposición que los rodea y los toca, pero sin que al comienzo se ajuste por completo a aquello que se describe.⁷⁰

Años después, explica el sentido que quiso atribuir al término, desdoblandolo en cuatro elementos:

1. *Generalizaciones simbólicas*: segundo principio de Newton, ley de la selección natural, etcétera.
2. *Compromisos* acerca de lo que habla una teoría, el grado de precisión analítica que debe poseer, etcétera.
3. *Modelos heurísticos*, que permitan visualizar con facilidad aspectos de la teoría, como exponer la estructura atómica a la manera de un sistema solar.
4. *Zonas arquetípicas de la realidad a las que aplicar las generalizaciones simbólicas*, para las que reserva el nombre primitivo de paradigmas, entendidos como ejemplares paradigmáticos.

Pues bien: las *generalizaciones simbólicas* equivalen a la *ley fundamental del núcleo teórico*, y los *ejemplares paradigmáticos*, al *subconjunto I_0 de las aplicaciones propuestas*.

Una vez mencionadas las correspondencias, las diferencias surgen por sí solas. Sin embargo, no son tan profundas como para evitar que Kuhn, en una réplica a Sneed, concediera que la versión formal respondía a lo que había querido atrapar intuitivamente en sus escritos, y se refieren a *acuerdos pragmáticos o casi metafísicos* que adopta la comunidad científica.⁷¹

Efectuada la interpretación de los "paradigmas" en la estructura teórica sneediana, resulta sencillo ver que *la ciencia normal consistiría en ampliaciones de la red teórica*, mediante el expediente de *encontrar leyes especiales de nuevo cuño para ciertos y determinados modelos que se visualizan como importantes en un período histórico*, haciendo que el

⁷⁰ Para los veintiún sentidos en que T. Kuhn usa el término "paradigma", ver: Masterman, M., "La naturaleza de los paradigmas", en: Lakatos, I. y Musgrave, A. (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.

⁷¹ El intercambio entre Sneed y Kuhn se encuentra en: Kuhn, T. S., "Theory-Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", en: *Erkenntnis* 10 (1976), pp. 179-299, y Sneed, J. D., "Philosophical Problems in the Empirical Science of Science", en: *Erkenntnis* 10 (1976), pp. 115-146, ambos disponibles para descarga por Internet.

conjunto primitivo *I* de aplicaciones propuestas, abierto por definición, abarque cada vez más miembros en su seno. Consecuentemente, la investigación "normal" en infectología, que pretende encontrar el supuesto origen bacteriano o virósico a afecciones que presentan signos y síntomas de infección, amplía, cuando lo consigue, la red primera hasta cubrir toda el área de aplicaciones presuntas.

La permanencia del tronco en la arborización teórica garantiza el que se trate de una misma empresa investigativa, su unificación en un "paradigma", ya que de él se desprenden tanto la forma general de la ley que deben poseer las especializaciones, como el dominio al que aplicarla, y asimismo las funciones teóricas y no-teóricas que deben poseer, todos a la manera de subconjuntos del primero.

La supuesta irracionalidad de que ha sido acusado el científico normal descrito por Kuhn, espejo de todo lo que no debe ser un investigador si es visto con las gafas refutacionistas, ahora se explica: mientras el tronco permanezca intocado –*su intangibilidad está garantizada por la forma lógica de su ley fundamental, que la hace irrefutable, y la circunstancia de actuar sólo a través de sus especializaciones, y no directamente*– el paradigma permanece como tal. Se amplía en su período de expansión, se estanca o incluso retrocede cuando algunas de sus ramificaciones resultan refutadas o cuando fracasa en explicar zonas de la realidad que legítimamente le pertenezcan — situaciones ambas que son cubiertas bajo la denominación de *anomalías*.

En tal contexto, una revolución científica equivale a un cambio total de red teórica, pasando de una agotada en su capacidad de expandirse y resolver sus anomalías, a otra con un sólido conjunto de aplicaciones paradigmáticas en las que tuvo éxito, y a la que, gracias a esta circunstancia, se le vislumbra una renovada potencialidad de crecimiento. Entonces la comunidad científica decide pragmáticamente el pasaje; la profesión se ejerce en adelante bajo otro predicado conjuntista y otros axiomas: otro paradigma.

Ciencia normal, revoluciones científicas, irrefutabilidad de paradigmas, conceptos claves para la evolución de las teorías científicas según Thomas Kuhn, adquieren ahora una transparencia máxima, como resultado de investigaciones lógicas que comenzaron por un extremo al parecer opuesto –la continuación del programa de Suppes de reconstrucción axiomática de teorías empíricas, y del problema de cómo en ciencia se efectúan afirmaciones acerca de hechos, dada la perturbadora presencia de los términos teóricos– si se otorga un equivalente histórico a las reconstrucciones formales.

8. ¿Por qué la concepción estructural?

Resumamos los motivos que obligaron a los filósofos de la ciencia a adoptar, respecto a la formalización de las teorías científicas, otro enfoque que fuera al mismo tiempo un recuento de los logros de la concepción estructural.

En primer lugar, la casi imposibilidad de lograr una axiomatización formal de teorías reales, y no simples esquemas generales. Frente a ello, con la adopción de un lenguaje sencillo pero preciso se consigue hacerlo sin gran dificultad, en plazos relativamente cortos.

A la transparencia de aquello que dice una teoría, se aúna el uso de un sistema inferencial sumamente riguroso y la posibilidad de identificar relaciones inter- e intra-teóricas, visualizadas como relaciones entre modelos. Las nociones de equivalencia, reducción, e identidad –viejos cuestionamientos de la filosofía– adquieren así nitidez incuestionables.

Habíamos comentado asimismo que la formalización conjuntista a lo Sneed no sólo explicaba la estructura de las teorías. Con ella, su evolución histórica se libraba de oscuridades residuales que, pese a todo, permanecían en la concepción de Kuhn. Paradigmas, ciencia normal, revoluciones, correspondían ahora a nociones lógicas precisas, unificando sincronía y diacronía.

La relación entre teoría y realidad queda iluminada por la incorporación, al núcleo abstracto de las aplicaciones propuestas, de *sistemas físicos*, en los que un miembro definido del dominio de la teoría –de existencia física– se considera *conjuntamente* con las funciones no-teóricas para postularse hipotéticamente modelo parcial posible, incorporando lo empírico a la teoría en vez de hacerle jugar un papel externo.

Finalmente, la coincidencia entre el análisis lógico por modelos sucesivamente más complejos, y el proceder real de los científicos en la construcción y aprendizaje de teorías, transforma a aquel análisis lógico –a lo mejor interpretable como una mera consecuencia del uso de un lenguaje tan dúctil como la teoría informal de conjuntos– en una teoría *científica*, contrastable mediante la exposición escrita de la ciencia, su historia y su proceso de producción.

De esta manera se supera a mi entender la simple elucidación conceptual propuesta por la primera filosofía de la ciencia — a saber, el mero reemplazo de una teoría por su versión formal. La filosofía de la ciencia deviene ciencia de la ciencia, contradiciendo la restricción impuesta por el neopositivismo a la filosofía de tener como única labor el análisis lógico. Páase a afirmar que ésta debe consistir, además, en la construcción de teorías

cuasi-científicas, o directamente científicas, en los campos problemáticos que estudie. Motivos, todos estos, para suponer a la concepción estructural de las teorías el proyecto de mayor fertilidad actual en filosofía de la ciencia.

Bibliografía

- "Bourbaki", N., *Elementos de historia de las matemáticas*, Madrid, Alianza, 1976; *Elements of Mathematics: Theory of Sets*, Realing, Mass., Addison-Wesley, 1968.
- Carnap, R., *Logical Foundations of Probability*, Chicago, Chicago Press, 1950; "Intellectual Autobiography", en: Schilpp, P. (ed.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle, Open Court, 1963; *Testability and Meaning*, New Haven, Whitlock, 1954; "La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje", en: Ayer, A. (ed.), *El positivismo lógico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1978; "The Methodological Character of Theoretical Concepts", en: Feigl, H. y Scriven, M. (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956; *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1969.
- Cecil, R. L. y Loeb, R. F. (eds.), *A Textbook of Medicine*, Philadelphia y Londres, A. Saunders, 1976.
- Colla, A., "Dos concepciones de la elucidación filosófica", en: *Crítica*, México, diciembre 1975, Vol. VII, N° 21.
- Frege, G., *Conceptografía. Los fundamentos de la aritmética*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1972.
- Gödel, K., "Russell's Mathematical Logic", en: Schilpp, P. (ed.), *The Philosophy of Bertrand Russell*, Evanston, Northwestern University, 1944.
- Hempel, C., *La explicación científica*, Buenos Aires, Paidós, 1979; "On the Standard Conception of Scientific Theories", en: Radner, M. y Winkler, S., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. IV, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971; "Theory-Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", en: *Erkenntnis* 10 (1976), pp. 179-299.

- Masterman, M., "La naturaleza de los paradigmas", en: Lakatos, I. y Musgrave, A., (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.
- Mazzei, E., *Medicina interna*, Buenos Aires, La Prensa Médica, 1969.
- Moulines, C. U., *Explicaciones metacientíficas*, Madrid, Alianza Universidad, 1982.
- Piaget, J., *La construcción de lo real en el niño*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1976.
- Sneed, J., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971; "Philosophical Problems in the Empirical Science of Science", en: *Erkenntnis*, 10 (1976), pp. 115-146.
- Suppes, P., *Introducción a la lógica simbólica*, México, CECSA, 1981; *Set-theoretic Structures in Science*, Stanford, 1970.
- Suppes, P., McKinsey, J.C.C. y Sugar, A.C., *Fundamentos axiomáticos para la mecánica clásica de partículas*, Michoacán, México, Universidad Michoacana, 1978.
- Stegmüller, W., *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid, Alianza, 1982; *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983.



Capítulo 7

Criterios para formular políticas de investigación

1. Introducción

Una política es una clase de acción social racional, basada en valores, que persigue determinado fin y presupone el más acabado conocimiento posible de los agentes sociales y materiales involucrados en el proyecto de acción.

En el caso de las políticas científicas, creo necesario que su formulación vaya acompañada de elucidaciones conceptuales, que pongan de relieve:

1. La estructura de las teorías científicas, la relación que esa estructura guarda con la actividad científica como fenómeno histórico y social, y el sentido en el cual se puede influir en la segunda para obtener resultados en el plano del conocimiento.
2. La estructura de las teorías tecnológicas, sus relaciones con las teorías científicas, su especificidad y su diferencia.
3. 3 . Los criterios evaluativos que han guiado mayoritariamente a las investigaciones tecnológicas, exponiendo su origen ideológico.
4. En base a lo anterior, argumentar si una política científica debe estimular la investigación básica, la tecnológica, o ambas.
5. Tornar críticamente explícitos los supuestos metodológicos de políticas científicas conocidas.
6. Analizar cuidadosamente la estructura económico-social de la sociedad objeto de planificación, y establecer el tipo de racionalidad que unifica a la primera con la segunda.

En este listado de cuestiones por resolver se entremezclan problemas de filosofía de la ciencia, filosofía de la historia, filosofía política, ética, axiología, teoría de las ideologías, y teoría económica y social. No es mi intención abordarlos exhaustivamente, menos resolverlos; quizás tampoco sea posible. El propósito del presente trabajo es simplemente indicar cuáles podrían ser los marcos teóricos desde los cuales abordar una problemática tan compleja, con el suficiente rigor como para posibilitar una toma de posición, pero con la flexibilidad necesaria para abrir una discusión fecunda.

2. Ciencia básica y planeación

¿En qué consiste la actividad científica, cuál es la estructura de sus teorías? ¿Y en qué sentido puede la sociedad orientar la primera, para influir en las segundas?

Voy a tomar en consideración a la concepción estructural de las teorías científicas pragmáticamente enriquecida por Thomas Kuhn. Dicho en breve, la misma estipula lo siguiente.

En la actividad científica pueden distinguirse con toda nitidez dos períodos. Durante el primero de ellos, denominado ciencia normal, que se desenvuelve en un lapso muy considerable –decenios, incluso siglos– la investigación se efectúa dentro de un marco conceptual que no es objeto de discusión: el paradigma. En una etapa preparadigmática cada científico debe reedificar todo el armazón de investigación desde sus cimientos, con el enorme desgaste que esto comporta; en cambio, una vez ya en posesión de un paradigma, cada aporte se suma a los precedentes, facilitando un avance real en las investigaciones. El paradigma es el objeto de estudio de la historia de la ciencia. A las interminables discusiones sobre fundamentos y metodología sucede esta etapa, de realizaciones fecundas. No se discute más sobre fundamentos y método. El agente histórico encargado de desenvolver todas las potencialidades que se encierran en un paradigma no es este o aquel científico individual, sino una comunidad científica. Ella comparte un mismo lenguaje, idénticos valores e iguales normas de investigación.

Tanto la iniciación como el desarrollo de la ciencia, pues, no son obra de un solo individuo en cada etapa, sino fruto de la labor comunitaria de una capa social específica: la científica. Las innovaciones surgen en un solo punto de la red societaria, o en varios simultáneamente, sí; pero son elaboradas y perfeccionadas por el conjunto.

El segundo período surge en la historia de una ciencia cuando un paradigma ha agotado su capacidad de proporcionar respuestas a los problemas del desarrollo científico – problemas que el mismo paradigma ha permitido visualizar como tales. A esta etapa de *crisis* de la investigación intraparadigmática, cuando todas las vías de evolución se cierran, sucede necesariamente un período de investigación *por fuera del paradigma*. Es ciencia extraordinaria, que va a conducir a la fundación de uno nuevo y a una revolución científica: el cambio del viejo paradigma por el nuevo.

Un paradigma, en forma muy sucinta, tiene dos partes:

- 1) un *núcleo formal*, que tiende a coincidir con la estructura matemática de la teoría en cuestión (o el componente abstracto o teórico, en las teorías no matematizadas);

2) *modelos empíricos de aplicación*, denominándose "modelo empírico" a aquellas zonas de la realidad a las que es posible aplicarles la ley que presupone la estructura matemática.

Para decirlo canónicamente: un paradigma es una dupla compuesta por un núcleo teórico y por modelos de aplicación:

$$P = \langle N, A \rangle.$$

¿Qué diferencia podemos señalar aquí entre la vieja noción de "ley" y la nueva de "paradigma"? Entre otras consideraciones, la ley era visualizada como universalmente válida, para todo tiempo, lugar y objetos pertinentes. Por lo tanto, era formulada de una sola vez. El único cambio que podía sufrir era que la investigación encontrara ejemplares reales que la violaran: su destino era ir necesariamente a su refutación. Regía invariable durante cierto tiempo y luego era refutada. En cambio ahora se considera que esta gran aplicación universal de un aparato teórico no existe.

En esto coinciden los investigadores científicos, que ven su labor mejor reflejada por la filosofía. Un paradigma no es aplicable en todo tiempo y lugar, sino a pequeños trozos de la realidad, distintos unos de otros. Cada uno de estos pequeños trozos de la realidad en que se cumplen las leyes teóricas es lo que denominamos *modelos empíricos de aplicación* del paradigma.

Para mostrarlo con un ejemplo: el *núcleo teórico* de la mecánica clásica de partículas podría ser la conocida fórmula del segundo principio de Newton: $f=ma$. Los distintos *modelos de aplicación* serían el sistema solar, el sistema tierra-sol, los péndulos, la trayectoria de un proyectil, la caída libre de los cuerpos, etcétera.

¿Cuál es la diferencia esencial con la vieja concepción? Podría argüirse que, sin cambiar más que la denominación, se ha sustituido *lo general* de la aplicación que anteriormente se suponía con esta trampa semántica de llamarla "modelos". No es así; sobre todo, porque la ley *general* no puede aplicarse a sus modelos más que a través de una modificación que la haga *específica* para el mismo. Llamaremos a esto *especializaciones de la estructura matemática*. Cada modelo empírico necesita su propia especialización de la ley. Existen leyes especiales –*derivadas* del segundo principio de Newton– para péndulos, para cuerpos que caen, para el sistema solar, etc. En vez de una aplicación general, múltiples modelos físicos.

Ahora estamos en condiciones de plantear en qué consiste *la investigación de la ciencia normal*, aquella que consume el noventa y nueve por ciento del tiempo y la energía de la comunidad científica; *la investigación extraordinaria* ocupa, con suerte, el uno por ciento restante.

El paradigma, en el momento de su constitución, está integrado por la estructura matemática y unos pocos modelos empíricos, que Kuhn denomina *ejemplos paradigmáticos de aplicación*. Estos dos elementos primeros persisten usualmente durante toda la etapa de ciencia normal. Pero a ellos se les van agregando, en el curso del tiempo, nuevos modelos, nuevos trozos de la realidad. En estos la ley, tras la modificación pertinente para especializarla, predice un cierto comportamiento. *La ciencia normal consiste en encontrar nuevos trozos de la realidad para la estructura de modelos del paradigma*, y en refinar el aparato abstracto para que esto pueda ser así. El paradigma es entonces una entidad que evoluciona en el tiempo.

En este contexto, ¿en qué puede consistir una política de investigación? La *concepción estructural* acepta la versión de Kuhn, en el sentido de que el paradigma es un artefacto inmanente, que va indicando por sí mismo cuales podrían ser sus modelos de aplicación. Para decirlo de otra manera, va indicando cuáles son los entes que pueblan el universo, cuáles son los problemas que presentan y qué respuestas son aceptables.

Si esto fuera así, la planeación científica carecería de sentido, ya que el paradigma seguiría el camino que está inscripto en su propia estructura, a la manera de un desarrollo hegeliano.

Pero esto último no está lógicamente implicado en la noción de paradigma. Es posible imaginar otra versión, que rechace ese inmanentismo y sea coherente con la historia de la ciencia como historia de paradigmas. Es posible sostener, y sustentar históricamente, que los primeros modelos de aplicación del paradigma newtoniano –por ejemplo– fueron fuertemente sugeridos por problemas tecnológicos de la época. Así pasó en cada momento del desarrollo. De entre los infinitos modelos potenciales de un cuerpo teórico, la comunidad seleccionaría aquellos que son consistentes con la sociedad en su conjunto. Si esto es así, la planeación es posible.

No todo puede ser modelo de un paradigma; en esto tiene razón Kuhn. El paradigma indica, por su propia estructura, *qué cosas* pueden ser sus modelos. Pero, *al contrario de lo que barrunta Kuhn, sería la sociedad* la que favorece la investigación de este y no de aquel presunto modelo. La evolución del paradigma es un resultado de su propia organización y de la influencia social: por consiguiente, de la planificación científica.

En vez de dejar a la espontánea influencia de la red de relaciones sociales aquel modelo empírico de aplicación al cual dirigir el foco poderoso del paradigma para incorporarlo a su legalidad, *la planeación puede elegir las regiones de la realidad que se considere necesario conocer*.

Una aclaración. Cuando hablamos de modelos de aplicación, nos estamos moviendo en el terreno de lo que podemos conceptuar ciencia básica. No es todavía tecnología. Para que de este saber surja una técnica, será ne-

cesario todavía un largo proceso teórico y práctico, que use estas leyes como teorías presupuestas, y las combine con procedimientos diversos para obtener un objeto tecnológico o la posibilidad de manipular los trozos de la realidad que el modelo paradigmático nos hizo conocer.

Mecanismos institucionales, al actuar sobre la comunidad científica, pueden orientar la evolución del paradigma, allí donde el desarrollo plantea líneas alternativas múltiples de investigación. Mas la planeación debe efectuarse conjuntamente con la comunidad científica, *tanto por motivos democráticos de decisión, cuanto porque sólo los científicos poseen el entrenamiento profesional* que les permite avizorar qué cosa sea objeto de investigación en determinada fase histórica del paradigma.

Esta nitidez teórica se pierde cuando consideramos a la ciencia extraordinaria, que necesariamente es obra de un investigador, o un pequeño grupo de investigadores, en principio trabajando a contracorriente del conservadurismo teórico de la comunidad científica o de administradores que no los valoran. Aquí la planificación debe ser lo suficientemente laxa como para no ahogar en sus raíces los intentos de renovación radicales, aunque en ocasiones conduzca a fracasos. En este terreno, en ocasiones, ni la opinión de los expertos acompaña al grupo innovador. A veces los motivos de su desprestigio son por completo no científicos, por ejemplo las ideas políticas, la etnia o la apariencia personal. Otras veces son meras inquinas particulares, a menudo de personas ajenas a la investigación, a veces empleados de nivel inferior o sindicalistas, que por razones ajenas a la investigación difaman con éxito a esos investigadores; o tal vez la difamación emana de colegas en posición arbitral, que ven su propia consideración, territorio o fuentes de ingresos amenazados por la actividad de aquellos innovadores. De ahí que la planificación debiera prever mecanismos de revisión para esos casos, cuando se presenten. Afortunadamente para el devenir de la ciencia, los innovadores publican sus trabajos fundamentales mientras son –a veces– empleados en oscuras oficinas gubernamentales o privadas, alejadas del núcleo paradigmático al que dirigen sus proyectiles, como fue el caso de Einstein.

Una diferente consecuencia de esto es que la planificación en ciencia básica puede dirigirse tan sólo a grandes áreas de la realidad que sean socialmente valiosas, mas no a zonas restringidas y estrechas de inmediato interés tecnológico. *El paso de lo básico a lo técnico puede demorar decenios, en un prolongado lapso de maduración.* Esta conclusión es válida para disciplinas científicas tales como la física o la química, y pueden sostenerse tanto con un esquema estructural de las teorías como en un desarrollo tipo Lakatos, o incluso althusseriano. No es el caso de las ciencias biológicas.

En estas, el terreno está debidamente explorado por las investigaciones modernas de filosofía e historia de la ciencia. Aparentemente, la situación difiere de otros desarrollos "clásicos". Durante los dos años y medio que ejercí la cátedra de filosofía de la ciencia en el Doctorado de Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, entre los trabajos de investigación de los estudiantes del doctorado detecte por lo menos tres modelos diferentes de efectuarlos: el primero, de clásico corte fisiológico, se inscribía dentro de los moldes preconizados por Claude Bernard; otro, era una compleja muestra de teorización interdisciplinaria, con interrogaciones provenientes de la psicología, mecanismos fisiopatológicos y experiencias etológicas; finalmente, un tercer modelo que podría describirse como paradigmático, y que correspondía a investigaciones "normales" en teoría de membranas. Los dos primeros, aun siendo ciencia básica, eran diseñados para responder a inquisiciones que provenían de problemáticas sociales –por ejemplo, la depresión en la mujer menopáusica– en tanto que el tercero tendía a exhibir la independencia casi inmanentista del programa de investigación dirigido a expertos. Mientras los dos primeros modelos pueden ser orientados en una forma mucho más directa, el tercero debe seguir los lineamientos más sofisticados, que describí para las investigaciones paradigmáticas.

Toda la cuestión de las peculiaridades de la investigación *biológica* se encuentra entre paréntesis, ya que la comunidad de filósofos de la ciencia ha dedicado sus mayores esfuerzos sobre todo a otras disciplinas; y cuando han abordado teorías biológicas, han sido las grandes teorías básicas –evolución, genética– mas no las estudiadas en disciplinas biomédicas. Estoy firmemente convencido de que sin una correcta elucidación de lo específico del trabajo real en biomedicina, las políticas de investigación se sustentarán en un empirismo que puede llevarlas a la esterilidad.

3. Tecnología y planeación

Mientras en *ciencia básica* las investigaciones filosóficas nos proporcionan marcos teóricos desde los que se pueda pensar la planeación, por desgracia no sucede lo mismo con la *tecnología*. El tema apareció tímidamente recién en la reunión bianual de la *Philosophy of Science Association*, en Chicago en octubre de 1976, con el desconcertante título "¿Hay problemas filosóficos de interés en la tecnología?"

La comunidad científica, durante decenios, permaneció mayoritariamente sorda a los problemas gnoseológicos, ontológicos y éticos que plantea esa actividad que ha cambiado de raíz a la sociedad contemporá-

nea, y que ha crecido con la cultura moderna y la civilización industrial: la tecnología.

Vamos a partir de una intuición básica, que debe ser desarrollada: *Una tecnología es un modelo empírico artificial de una teoría científica, mediante la que se produce con otros cuerpos teóricos y técnicos un objeto nuevo, el objeto tecnológico, o una modificación o control de procesos naturales o sociales.* Como en todo modelo empírico, es necesario un proceso de creación intelectual, en todo similar al que se observa en ciencia básica, y resolver problemas prácticos similares a los que plantea un laboratorio de investigación básica. No es pues en este terreno, en el de su estructura formal, en el que podamos encontrar diferencias notorias con la actividad científica.

Es en la gnoseología o la ética donde las diferencias van a ser más notables.

Mientras que la ciencia busca el conocimiento como un bien en sí mismo, la tecnología dedica sus esfuerzos al bien *útil*. Es un conocimiento cuyo valor reside en *aquello que permite hacer*; de allí que se confunda parcialmente con el pragmatismo, y que esta filosofía sea la espontánea del técnico.

Ello condiciona que mientras para la ciencia todo objeto de estudio sea igualmente valioso, en tecnología existe una evaluación en base a la utilidad que el objeto de estudio pueda prestar. Una decisión tecnológica siempre implica un juicio de valor. El mismo debería ser consciente para los investigadores y para la sociedad: no existe tecnología sin repercusiones sociales, culturales e individuales, a partir de las cuales evaluarla, y que se superpone, en ocasiones contradiciéndolo, al criterio de utilidad. Por ejemplo determinado artefacto tecnológico, el aeroplano Concorde, puede ser útil para cubrir largas rutas en poco tiempo, pero destruye la ionósfera, es oneroso, trae contaminación acústica, etc. Incluso el mismo *proceso* tecnológico puede ser desaconsejable, como la explotación minera de carbón a cielo abierto de la India, o minas de oro en Nicaragua o las precordilleras andinas, por sus desastrosas consecuencias ecológicas, y hasta envenenamiento por el cianuro de desecho de las napas acuíferas y las poblaciones que las emplean.

Sobre la posibilidad de planificar la tecnología, son ejemplos suficientemente elocuentes los logros en ingeniería nuclear, o química, totalmente controladas por el Estado o las grandes empresas transnacionales, al punto que el inventor aislado pero genial a lo Thomas Alva Edison o Nicola Tesla, símbolo de toda una época anterior, pase inadvertido en la investigación actual.

Sobre la necesidad de incorporar a la reflexión tecnológica la ética, son ejemplos la hoy compleja tecnología de la tortura, y el hecho de que en países "avanzados" el cuarenta por ciento de los ingenieros esté involucrado en la producción de armamentos, o en investigaciones sofisticadas destinadas al ocio de pequeñas minorías. Ni tecnólogos ni planificadores pueden permanecer ajenos a los fines o a las consecuencias de sus acciones técnicas.

El análisis de otro ejemplo puede ilustrar las conexiones de tecnología y política y la necesidad de una toma de posición al respecto. Pareciera ser que los enormes complejos industriales que vemos en la actualidad, e incluso el uso de energía nuclear, no son viables desde el punto de vista económico. Incluso el viejo aforismo industrial de que a mayor concentración, mayor abaratamiento del proceso de producción, choca contra el hecho de que lo que se pueda ganar en concentración se pierde en transporte, o contra la evidencia de la producción enormemente eficiente de la pequeña y mediana industria en Italia o Francia. Las decisiones tecnológicas se han efectuado *siguiendo la lógica de la concentración creciente, por motivos de supuesta eficiencia, pero también por motivos no tan obvios de poder*; se trataría de *crear estructuras inmensas, cuyo manejo supusiera una cuota de poder también creciente*. En este sentido, la decisión tecnológica habría influido en la evolución hacia el autoritarismo, el control social por poderes económicos y políticos. Una observación similar a esta de Aldous Huxley había efectuado Karl Wittfogel: cuando estudiaba el modo de producción asiático, que denominaba hidráulico, constataba que *mientras más grandes eran las obras de irrigación, mayor el poder del reyezuelo de turno; la capacidad de control administrativo y de decisión se traducía en poder político*.

4. Ciencia, ¿por qué y para qué?

En la sociedad griega nacen dos tradiciones simultáneas e íntimamente relacionadas, luego de superar la concepción ciega del destino, al que encarna la Némesis: la *discusión racional*, como guía de una acción simplemente humana por fuera de dioses, mitos y tradiciones esclerosadas; y ese preguntarse por la racionalidad de los fenómenos naturales y sociales, que es la *ciencia*. Se inicia un proceso de liberación individual, social y cultural que imprime dinamismo a la sociedad griega manufacturera, mercantil, marítima. Tal dinamismo contrasta grandemente con el inmovilismo de los modos de producción asiáticos que la circundan. Ahondando en raíces socioeconómicas, la racionalidad y la ciencia, como motores del desarrollo social, logran rápido desarrollo. La historia iniciada por los griegos conduce,

a través de un proceso contradictorio y complejo, a la revolución industrial, la revolución burguesa, y a los umbrales de una revolución igualitaria de los trabajadores, en el transcurso de los siglos XVIII y XIX. Mientras tanto, las sociedades inmersas en el modo de producción asiático repetían el mismo ciclo de una dialéctica estática, *sin enriquecimiento*.

La ciencia, bajo la burguesía, devino tecnología e intervino como fuerza directa en el aparato productivo. El desarrollo de las fuerzas productivas guiado por la ciencia era considerado el destino histórico de la humanidad, incluso por los dirigentes proletarios. La voz narrativa de la fábula pretendía que, respecto a los países atrasados, sólo la ciencia, exponente máximo de la racionalidad, crearía las condiciones de un desarrollo autosostenido, tal como lo habían experimentado Inglaterra, Francia, luego Estados Unidos, Alemania. La conquista de India por Inglaterra, por ejemplo, introduciría un nuevo modo de producción, ciencia y racionalidad, rompiendo la inmovilidad de esta sociedad "sin historia". La dominación colonial, transformada luego en relaciones de imperialismo económico, no fueron temas centrales en la reflexión teórica del siglo XIX... Aun en el XX, similares ideas sobre las relaciones entre ciencia y técnica, desarrollo industrial y sociedad guiarían a los teóricos del primer desarrollismo, a principios de siglo en nuestros países latinoamericanos (los científicos positivistas, por ejemplo), e incluso a los desarrollismos más recientes, de los años cincuenta y sesenta, aproximadamente.

Demoró en comprobarse en los países centrales que no toda forma de desarrollo industrial es avance real, ya que puede ir acompañado de consecuencias desastrosas en los planos sociales y ecológicos; y que, en los países dependientes, las condiciones asimétricas que imponían las relaciones con las metrópolis imperiales hacían que la ciencia no coincidiera con la racionalidad, ni el desarrollo con las necesidades de la sociedad. Como lo observara agudamente Raúl Prebisch, economista ligado a los últimos esplendores del imperio británico, el desarrollismo latinoamericano condujo a la caída de la producción agrícola, concentración urbana caótica, empobrecimiento de los más amplios sectores de la población, desocupación, y a una producción industrial parasitaria y de lujo.

La ideología "científica" tiene todavía pretensiones hegemónicas en nuestra América. Seguimos sosteniendo, en ocasiones, que la actividad científica y tecnológica es el motor, la cabecera de puente desde la cual *la modernidad* va a extenderse al conjunto de la sociedad, brindando la independencia de un desarrollo autosostenido. ¿Desarrollo sin cambios estructurales? Quizás este sea el pensamiento oculto de algunos teóricos de una tercera generación de "científicos". Irán demostró que el desarrollo científico pudo coexistir con el Shá, sin cambios estructurales ni desarrollo social, y después de la revolución, sin modernidad.

¿Con qué parámetros decidir, entonces, los cursos de la investigación científica y tecnológica?

5. Criterios de planificación científica y tecnológica

Primero, contra un criterio estrechamente pragmatista que postula la necesidad exclusiva de investigación aplicada o tecnológica, voy a sostener la necesidad de la investigación de ciencia básica. Además de los motivos adelantados en la sección epistemológica del presente trabajo –de la totalidad de la ciencia como sistema integrado y la conexión íntima de la investigación básica con la tecnológica– existe la convicción de que el nivel de una comunidad científica se mide por el de sus sectores de vanguardia, en ocasiones muy indirectamente relacionados con las necesidades sociales. Y sólo si existen sectores de vanguardia en el país puede arraigar y desarrollarse la ciencia moderna como proceso de investigación exigente y original – no como simple repetición. El nivel científico de la India está dado por el de su física teórica, desde donde irradia, para servir a políticas equivocadas o no, al conjunto de la comunidad científica y a su poder militar, que incluye la disuación nuclear. Los mil matemáticos que el régimen del Shá de Persia envió a prepararse a los mejores centros internacionales están cambiando el carácter de atraso de la ciencia iraní, ahora en condiciones harto diferentes a cuando partieron a capacitarse — ¡y vaya si existe una disciplina más alejada de las cosas de este mundo que las matemáticas!

Equilibrio, pues, entre ciencia básica, guiada de ser posible hacia sectores del conocimiento que sean compatibles con las políticas tecnológicas, y éstas. Es en la tecnología donde los criterios sobre *qué investigar* se hacen más agudos, y las opiniones más encontradas.

Opinión corriente es que la política de investigación debe estar incorporada a la planeación socioeconómica *a largo plazo* de un país. *Contra* esta opinión voy a adelantar algunos argumentos, que transforman el ideal de un objetivo a primera vista inobjetable en el montaje de algo inmanejable.

Estos argumentos van desde la sencilla constatación de la ausencia de planes a largo alcance en la inmensa mayoría de los países dependientes, hasta el cuestionamiento de la posibilidad o deseabilidad misma de planificar a largo plazo para una sociedad global. No es deseable, por el exceso de control político que tal centralización implica en manos de planificadores; y es incluso imposible, porque implicaría la existencia de leyes históricas, no tanto tendenciales sino deterministas, en tan grande escala que la proyección histórica al futuro perdiera sentido y quedase como adivinanza o profecía.

Existen sólidos avances en filosofía de la historia, que no es el caso discutir en este trabajo, que descartan como una utopía la existencia de tales leyes, continuación en historia del mecanicismo de Laplace, quien sostenía que si se pudiera determinar con toda precisión la posición y las fuerzas de cada partícula del universo, toda evolución pasada y futura sería postdecible o predecible en base a las leyes mecánicas. A partir de Einstein, la determinación de estas variables no fue sólo una imposibilidad fáctica, sino una imposibilidad teórica: la simultaneidad que exigía Laplace había sido desechada para siempre. De forma similar la imposibilidad, debida a la estructura dialéctica de los hechos sociales, de determinar simultáneamente todas las variables de una sociedad, condenan al profetismo como corriente historiográfica. Esto no implica que no se pueda planificar para la historia, como expodré más adelante.

En ausencia de planes globales, o incluso en su presencia, pero en desacuerdo con su contenido o su intención, ¿cómo planificar? Ante este problema, existe la solución encontrada por el Conacyt, agencia estatal mexicana, para elaborar su Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. Leamos cómo lo expone Manuel Gollás:

"Ante esta situación, para elaborar este Programa se optó por una solución pragmática de pocas pretensiones teóricas: preguntar a los que hacen la ciencia y la tecnología y *a quienes la usan* lo que ellos consideran debe hacerse en sus respectivos campos; así como intentar *crear un mecanismo de retroalimentación* de la comunidad científica y tecnológica por una parte y el Estado por la otra. El camino seguido consistió entonces en detectar mediante consultas directas la *oferta* científica y tecnológica por parte de la comunidad científica y la *demand*a de ciencia y tecnología por parte del sector productivo público y privado. Posteriormente se procedió a una agrupación de estas recomendaciones por áreas de la ciencia y *de acuerdo con los objetivos de política económica más urgentes*, del presente gobierno.

En el Programa se pretende atender prioritariamente a los problemas más elementales de la ciencia y la tecnología en México, antes de caer en proposiciones de política económica con el alcance de un plan global. Específicamente se da atención a: 1) detectar *demandas latentes* y al apoyo de investigaciones *urgentes detenidas*; 2) *elev*ar la eficiencia de las instituciones de investigación; 3) incorporar criterios básicos de ciencia y tecnología en la política económica; 4) estimular o inducir el gasto privado en ciencia y tecnología; 5) *establecer mecanismos permanentes de conexión entre usuarios y oferentes* de ciencia y tecnología; 6)

formar los recursos humanos necesarios para el desarrollo científico y tecnológico del país.

El Programa es una descripción detallada de acciones concretas de ciencia y tecnología que, definitivamente, *no pretende la transformación radical* de la vida económica, política, social y cultural del país".⁷²

Ha sido una cita necesariamente larga, pues ilustra las bases metodológicas con las que se ha elaborado un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. La crítica a esas bases deben ser efectuadas luego de reconocer los esfuerzos que en pro de la ciencia y la tecnología realizó el Conacyt, y la probidad intelectual y lúcido escepticismo de la presentación de Gollás.

El principio metodológico adoptado sin discusión ha sido el conocido aforismo hegeliano: "Todo lo real es racional". Los hechos son, *tales ofertas, tales demandas*; existen, por lo tanto son indiscutibles; la única labor del planificador es coordinarlos. Priva un criterio positivo de la realidad: en ningún momento se analizan críticamente, ni la racionalidad de las ofertas, ni la racionalidad de las demandas.

Esto explica que al comienzo de su exposición Gollás haya dicho:

"La sustitución rápida de tecnología extranjera por la nacional es un proyecto irrealizable para países que han mantenido un crecimiento sustentado en técnicas y equipos suministrados en el exterior". Lo fundamenta en que los cambios técnicos ya están incorporados en el equipo y los métodos de producción. Las nuevas técnicas crean demanda de mano de obra calificada y escasa, quedando fuera del mercado laboral el grueso de la población no calificada, agrega. Nuevamente asistimos a la lucidez de la exposición, las consecuencias inevitables del desarrollo tecnológico dirigido desde el exterior, y lo improbable de todo cambio.

La cuestión no sería analizar la facticidad de la misma sociedad consumista que tenemos, pero con base tecnológica nacional, sino de cuestionar el tipo de desarrollo positivamente existente. No puede ignorarse, como lo hace Gollás, que las transnacionales y las empresas transnacionalizadas desarrollan sólo los sectores que les interesan, en vistas –en los países dependientes– de la mayor ganancia posible, en el menor tiempo, y para esto ponen en marcha gigantescos aparatos ideológicos y publicitarios para imponer su consumo. Por ejemplo, el desarrollo del automotor en la sociedad contemporánea obedece a razones de movilidad, sí; pero también a motivos de prestigio, individualismo, etc., hábilmente manipulados. Esas empresas dejan sin desarrollar aquellos sectores en que las ganancias son menores o

⁷² Gollás, M., "La planificación de la ciencia y la tecnología". Ponencia al *Simposio de la ciencia y la tecnología en la planeación del desarrollo*, México, Conacyt, 1981, p. 303. Cursivas agregadas.

más lentas, que reservan en ocasiones para sus países de origen, o aquellas que puedan competir con sus investigaciones o avances técnicos en esos países centrales. No es esta la tecnología que interesa desarrollar.

No es intención sustituir a las transnacionales, mas sí su mismo proyecto ideológico social del país. Son otras las tecnologías que interesan a un país: aquellas que le permitan la menor dependencia tecnológica, pero al mismo tiempo satisfagan las necesidades económicas, sociales, culturales de las más amplias capas de la población. Son las tecnologías que favorezcan un país independiente, democrático, socialmente integrado, y con fuerte tendencia a la igualdad que prometió la primera revolución burguesa.

Propongo por lo tanto, que la investigación científica y tecnológica se planifique para la utopía. Una utopía que sea más real que los proyectos de las transnacionales, pues se basará en las necesidades estrictas de la sociedad en la que se asienta; más real que las demandas "positivas", ya que apuntará hacia un futuro factible y deseable. Planificar para el futuro puede ser la única opción realista de entidades semiautónomas en sus decisiones, como pueden ser las universidades, para ir gestando en las entrañas de la vieja sociedad los gérmenes de la nueva. Sin esta labor de adelanto, las sociedades dependientes pueden estar condenadas a reiterar los ciclos de desarrollo "científico" combinado con un deterioro progresivo de las condiciones de vida sociales, culturales, económicas y ecológicas del país en cuestión. Planificar para el futuro significa la más sólida apreciación del sistema económico-social y de su inserción en las relaciones político-económicas mundiales. Un proyecto que contemple el completo desarrollo del sistema cultural en su conjunto, artístico, filosófico, social, para que la ciencia no resulte un injerto extraño, sino parte integrante de un medio que la valore y la dinamice. Una ciencia que desarrolle una tecnología adecuada a las necesidades de la población.

Estos son los criterios generales que propongo para la formulación de políticas de investigación.

Bibliografía

Bunge, M., *Epistemología*, Barcelona, Ariel, 1980.

Conacyt, Ciencia y tecnología en el mundo, México, 1982; Programa nacional de ciencia y tecnología, México, 1982; Simposio de la ciencia y la tecnología en la planeación del desarrollo, México, 1981.

Huxley, A., Ciencia, libertad y paz, en: *Obras completas*, Barcelona, Plaza & Janés, Tomo III, 1969.

- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Lenin, I., El imperialismo, fase superior del capitalismo, en: *Obras escogidas*, Tomo V, Progreso, Moscú. Disponible en la Red, en numerosos sitios.
- Lorenzano, C., *Relaciones entre estructura de la ciencia e historia de la ciencia*, Ponencia ante el Primer Congreso Latinoamericano de historiadores de las Ciencias, Puebla, México, 1982.
- Marx, K., *Formaciones económicas precapitalistas*, Córdoba, Pasado y Presente, 1971. Disponible en la Red, en numerosos sitios.
- Marx, K. y Engels, F., *La cuestión nacional y la formación de los Estados*, México, Pasado y Presente, 1979; íbidem.
- Padilla, H., *Teorías tecnológicas*, Ponencia en el Seminario de Filosofía e Historia de la Ciencia, I.I.F.-U.N.A.M., 1977.
- Prebisch, R., *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.
- Rosdolsky, R., *Engels y el problema de los "pueblos sin historia"*, México, Pasado y Presente.
- Stegmüller, W., *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid, Alianza, 1981.
- U. A. M. Xochimilco, México, *Relatorías de los grupos de trabajo sobre el tema de investigación y resumen de las mismas*, Jurica, Querétaro, Agosto 23 de 1979. Documento sobre investigación. Programa de investigación interdisciplinaria. U.A.M.- U.N.R.I.S.D.: Sistema alimentario y sociedad.
- Wittfogel, K., *Despotismo asiático*, España, Ruedo Ibérico. Disponible en varios sitios de Red.



Capítulo 8

Análisis metodológico de una ciencia empírica: la medicina

En el presente trabajo se intenta clarificar el status teórico de una disciplina milenaria: la medicina. Curiosamente, es este un campo que ha permanecido virgen para la filosofía de la ciencia.

Las referencias a la medicina en la literatura especializada son escasas. Llamam también la atención por lo breves. En ellas se la ubica, bien como artesanía, junto a la confección de calendarios o la metalurgia, bien como una técnica de la biología.⁷³

Para llenar este vacío, se someterán a análisis los enunciados de la medicina, deslindándola primero de la biología, y luego de las técnicas y teorías tecnológicas. Se mostrará su vocabulario específico, en el que encontraremos términos teóricos, aislados o articulados en teorías fuertes. Al concluir el análisis, resultará evidente que la estructura de la medicina como ciencia, posee una madurez similar a la de otras ciencias naturales.

1. Ciencia o técnica

Es habitual entre los filósofos de la ciencia considerar la medicina como ciencia aplicada: una simple tecnología biológica. Si ello fuera así, la medicina debería, o bien ser deducible de la biología (pero de la biología real, la que hacen los biólogos; no de una yuxtaposición de conocimiento médico y biológico) o ser reducible a la misma. Esta empresa hasta el momento ha revelado ser irreal. *Es imposible hacer medicina (teórica o práctica) con las solas teorías biológicas.*

Además, aunque una disciplina sea reducible a otra, esto no significa que deje de existir como disciplina independiente. Este sería el caso de la astronomía con respecto a la física: todas sus leyes son absolutamente deducibles de las físicas, o la química cuyas leyes son tendencialmente reducibles a leyes físicas, y sin embargo no se plantea que sean meras tecnologías físicas.

Para deslindar medicina de biología, es necesario prescindir de las pretensiones omniabarcadoras de algunas definiciones de esta última, tan poco acotadas como para abarcar física, química, psicología y sociología

⁷³ Sobre el concepto de la medicina como artesanía, ver Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971, p. 43. Sobre la medicina como técnica, ver Bunge, M., *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1975, p. 43

(Spencer), o sólo psicología ("es una falacia separar biología y psicología"), o tan vagas como para sostener que "biología es la pregunta por la vida".

Creemos poder justificar la existencia de la medicina como ciencia independiente por lo que sigue:

- 1) Los enunciados que la constituyen forman un todo orgánico, solidarizados en torno a un problema bien definido, la pérdida de la salud. En este sentido, sería un "problema" (o, si plural, un conjunto de *problemata*), en oposición a "teorema" o conjunto de afirmaciones sostenidas en torno a un campo teórico.
- 2) La ya mencionada no reducción a enunciados biológicos.
- 3) En los renglones de investigación médica básica (biomedicina), donde más se usan teorías biológicas, el *origen* de la investigación es *siempre una incógnita médica*, y las *soluciones* a las que se arriba *no sólo enriquecen el conocimiento médico, sino también el biológico*, abriendo caminos que antes la biología ni siquiera se había planteado. El investigador médico necesita la biología como herramienta; la usa, adapta y perfecciona, según sean las incógnitas que trate de despejar. En este sentido, trabaja como el físico que usa las matemáticas como herramienta, y como ha ocurrido efectivamente en la historia de la ciencia, abre nuevos capítulos en esta disciplina.
- 4) Los enunciados de la medicina, si bien permiten aplicación, son explicativos del *funcionamiento normal y patológico del cuerpo humano*; es la única disciplina que estudia esta porción no despreciable de la realidad.
- 5) El trabajo teórico y experimental en cada una de estas disciplinas, biología y medicina, es practicado por *comunidades científicas diferentes*.
- 6) Su larga historia de desarrollo independiente, anterior y separado de la biología desde los tiempos de Hipócrates, confirma su autonomía.

2. Niveles de trabajo

En una comunidad científica, vamos a poder distinguir tres niveles de trabajo, que definimos así:

A. *Nivel de trabajo teórico*. En el que se formulan hipótesis, se efectúan críticas, se proyecta.

B. *Nivel de trabajo experimental.* En el que se ejecutan los proyectos, se pone a prueba lo formulado en el nivel anterior.

Puede ser que alguien se dedique a trabajar exclusivamente en el nivel teórico, como Einstein; otros realizaron las comprobaciones empíricas de sus teorías. O puede que coincidan en un solo individuo el teórico y el experimentador. De cualquier manera, está fuera de duda que en el nivel conjunto AB es donde se plasma la actividad científica.

C. *Nivel de trabajo técnico.* Con finalidad práctica, en este nivel se usa lo comprobado en los niveles anteriores.

Cuando una ciencia está plenamente desarrollada, pueden detectarse los tres niveles de trabajo entre los miembros de su comunidad. Y en medicina los vamos a encontrar. Es un error tener ante la vista permanentemente el Nivel C, de trabajo técnico, e ignorar el esfuerzo teórico y de experimentación, como si en física se tuviera siempre por delante el hongo atómico.

Si se considerase sólo este último nivel o contexto de aplicación, en forma aislada, entonces sí, se puede decir tautológicamente, que la medicina es pura aplicación. Vamos a mostrar en nuestro análisis, teorías específicamente médicas, comprobadas experimentalmente según métodos específicos.

No son teorías tecnológicas, pues estas últimas son herramientas hechas a medida de la aplicación. Al variar la aplicación, varía la teoría o incluso deja de tener vigencia. Las leyes médicas no cambian según la aplicación, pues responden a la estructura profunda del ser humano, que tratan de explicar. Van mucho más allá de la simple aplicación.

Si se pretende imponer con mano férrea el concepto de que biología es todo lo que trate de seres vivos, entonces es de perogrullo reconocer que la medicina está incluida en la biología. Pero aun así en esta situación, sostengo que la comunidad médica, con sus teóricos, investigadores y técnicos, es la única porción, ahora sí de la biología, que teoriza, investiga y trata sobre seres humanos: *es una ciencia (y no una técnica) de la biología específica del hombre.*

Deliberadamente, voy a referirme sólo a la imagen más restringida de la medicina, la que se ejemplifica en la curación física de individuos. Dejaré fuera del análisis la planeación de la salubridad social, donde se hace uso de grandes hipótesis socio-económico-sanitarias, y la psiquiatría, donde la creación y uso por parte de médicos de teorías rigurosa o acusadamente psicológicas, como el psicoanálisis y la reflexología, están fuera de duda. Procedo así, pues entiendo que sólo a esta visión restringida de la medicina, la visión clínica, se le niega nivel teórico.

3. Vocabulario. Estructura de la enfermedad

La medicina, la física, la química y la biología son disciplinas presupuestas, estudiadas e incorporadas conscientemente en los programas de enseñanza. El vocabulario de estas disciplinas integra el vocabulario médico, lo mismo que el psicológico en psiquiatría y el socio-económico en sanitarismo.

Con respecto al vocabulario empírico, no sólo emplea el de uso cotidiano, sino que define rigurosamente el de su propio uso, construyendo un lenguaje absolutamente específico. Existe una disciplina médica, de antiquísima data, previa por milenios a la lingüística, la semiología, en la que se define cada término observacional, indicando condición y momento adecuado para encontrar su correlato.

- La semiología es la ciencia de los signos y síntomas de las enfermedades.
- Signo es todo dato objetivo, observable. Síntoma es todo aquello referido por el paciente.
- Signos y síntomas no son obtenidos ingenuamente, sino en base a una búsqueda sistematizada y reglada de los mismos, y a un encuadre teórico de las enfermedades.

En este sentido, debe consignarse que, hacia fines del siglo XIX se pasó de un criterio fenoménico de la enfermedad, en que esta era sólo apariencia fenoménica, era solo signo y síntoma, a un criterio anatómopatológico, en que signos y síntomas son indicadores de una realidad más profunda. La enfermedad real eran las alteraciones observadas en los tejidos; los signos y síntomas, sus manifestaciones.

Avanzado el siglo XX, la estructura más profunda de la enfermedad pasan a ser las alteraciones fisiopatológicas. Las alteraciones de los tejidos comprometen la función, y es este cambio conjunto –de tejidos y función– lo que integra la fisiopatología.

Es de hacer notar que la medicina nunca tuvo dudas filosóficas sobre si podría o no conocer el dolor del otro, e ideó un complejo mecanismo por el cual el médico interroga no sólo la realidad objetiva del paciente, sino su realidad subjetiva, usándola como dato objetivo con provecho.

En cuanto al empleo de *términos teóricos*, entendiendo por *término teórico* aquel que nombra lo inobservable, la medicina, además de hacer amplio uso de los provenientes de otras disciplinas, crea los suyos y los contrasta rigurosamente. Quizás una de las dificultades para percibir el uso de términos teóricos en medicina, sobre todo para quienes sostienen el no

realismo de las construcciones hipotéticas, sea lo cercanos en el tiempo que se encuentran su formulación y su objetivación. No sé si hubiéramos considerado término teórico al *gen* si Mendel, al año de postularlo, nos hubiera presentado un daguerrotipo de su estructura desoxirribonucleica y hubieran todos creído que lo que el gen es se agotaba en ella.

Otras ciencias fácticas usan términos teóricos sin preocuparse por su objetivación; pensemos en los conceptos de superyó, onda lumínica o estructura atómica. Creo que es una peculiaridad de la medicina el que se planteen fundamentalmente términos teóricos objetivables. Esto resulta evidente sobre todo en fisiología. En áreas de psicología médica y fisiopatología, la permanencia como inobservable es más prolongada, e incluso permanente.

Término teórico es el que con fines explicativos se introduce en las hipótesis; no es indispensable que siempre permanezca inobservable. Con el tiempo puede pasar a poseer base empírica, y hasta puede perderla luego, como pasó al verse que el gen no podía ser sólo la molécula de ADN. Este hecho ha sucedido repetidamente en la historia de la ciencia, al descubrir la técnica nuevos métodos de registro y medición que lo haga evidente y ampliarse luego el horizonte de su regulación fisiológica.

La lógica propia de la investigación fisiológica hace que las entidades introducidas con fines explicativos deban necesariamente ser reales; provee las armas para detectarlas e incluso reproducirlas artificialmente. La incorporación de lo desconocido al campo de lo conocido le es esencial.

Debemos aclarar que aunque en medicina sí se usan términos teóricos, no es obligatorio para una ciencia el hacerlo. Leyes tan fuertes como las de Darwin, base de la biología, son de Nivel II, generalizaciones sin términos teóricos.⁷⁴

4. Términos teóricos

Voy a ejemplificar con un ejemplo muy modesto, de uso en fisiología. Completaré con ejemplos más complejos al analizar una teoría de Nivel III.

⁷⁴ Vamos a usar la siguiente terminología al hablar de los niveles de las afirmaciones científicas:

Nivel I: Singulares empíricas o empíricas básicas. Hablan de un solo objeto o de un número pequeño de objetos (muestra). Deben ser observables y la propiedad ser también observable. Pertenecen a éstas las afirmaciones de protocolo, la casuística.

Nivel II: Afirmaciones sobre entidades todavía observables, que se refieren a todo un género o población. En estas afirmaciones ya aparecen las leyes científicas.

Nivel III: Afirmaciones referentes a un género o población, en cuyo enunciado se usan términos teóricos. Pueden ser puras, que usan sólo términos teóricos, o mixtas, también llamadas reglas de correspondencia, que vinculan vocabulario empírico con teórico

Hacia 1905, Starling encontró que la mucosa duodenal, en contacto con los ácidos gástricos, estimula la secreción de jugo pancreático. Como ambos órganos no están en relación por el sistema nervioso, para explicar el tipo de relación que se establece entre ellos, tomó un concepto de Claude Bernard, quien llamaba *secreción interna* a lo que sucede cuando el hígado produce glucosa y la vierte en la sangre, en oposición a *secreción externa*, como cuando las glándulas del sudor se vierten a la piel. Starling supuso que en la mucosa duodenal en contacto con ácido gástrico se produce también una sustancia que se vierte en la sangre. A esta sustancia la llama *hormona*. En adelante, este término, teórico, va a designar todas las sustancias producidas por las glándulas de secreción interna, que son agentes de la correlación e integración a distancia de todo el organismo

Supuesta la existencia de hormonas, la fisiología se lanza a la búsqueda de las mismas, definiendo su método experimental:

1. Provoca la supresión funcional de la glándula que supuestamente produce hormonas, y estudia las consecuencias primarias y secundarias de su falta,
2. Corrige la insuficiencia así provocada por injertos o inyección de extracto de esa misma glándula,
3. Observa las consecuencias de la función exagerada de esa misma hormona, inyectando mayor cantidad de extractos y hormonas puras.

Como bien se ve, la hormona es una entidad teórica, que se postula que existe en ciertas glándulas, y esa existencia es corroborada por determinadas consecuencias observacionales deducidas con auxilio de las reglas antes expuestas.

Recién entonces, del extracto de tejidos, mezcla de hormonas de diferentes tipos e impurezas, la biología y la química aíslan la hormona supuesta y si es posible la sintetizan.

La hormona pura y la sintética deben satisfacer las condiciones 2 y 3, es decir, corregir la insuficiencia y producir hiperfunción. Su cantidad circulante por sangre es tan pequeña que no puede medirse; se valoran por métodos indirectos, de acuerdo a su acción biológica.

Conclusión: en medicina existen términos teóricos que cumplen una función análoga a los términos teóricos de otras ciencias. Vamos a ver ahora que también hay *teorías* en medicina como en otras ciencias.

5. Teorías fuertes

Analizaremos metodológicamente la Teoría General del Estrés, o Síndrome General de Adaptación, de la que haremos una *reconstrucción lógica*⁷⁵

Así, encontramos un núcleo de términos teóricos puros en el que se dice: "Los Agentes estresantes repercuten sobre un Centro de Estrés, que elabora una Reacción General de Alarma."

Tenemos, entonces,

Agentes Estresantes →→ Centro de Estrés →→ Reacción General de Alarma

Luego daremos las reglas de correspondencia que den contenido empírico a este núcleo teórico. Las hipótesis manejadas son:

H1) Además de reacciones específicas de defensa, hay un síndrome unido al estrés, no específico: se lo llamó Síndrome General de Adaptación (S.G.A.).

H2) El S.G.A. no es de emergencia, sino que perdura para prevenir una futura exposición al estrés.

H3) Las distintas fases del S.G.A. son:

1. Fase de Shock o fase primaria de respuesta al agente agresor. Puede ser más o menos marcada, de acuerdo al agente y al previo estado del organismo.

2. Fase de resistencia al agente agresor.

3. Fase de agotamiento del organismo.

H4) En estas fases puede haber enfermedad, por exceso o defecto real o relativo del S.G.A.

Deben hacerse hipótesis auxiliares sobre el material de trabajo y los agentes agresores, pues el S.G.A. nunca se produce en forma pura. Está mezclado el daño del S.G.A., el del agente agresor y el estado previo del organismo que los sufre (el "terreno" que brinda el paciente). Asimismo, existen hipótesis *ad-hoc*, para justificar la sensibilización del organismo, y otras, como la falta de aumento o disminución de determinadas hormonas.

5.1. Agentes estresantes. Son los que provocan agresión al organismo. Por orden de importancia pasamos a enumerarlos:

⁷⁵ La Teoría del Síndrome General de Adaptación es obra del genio y el talento fisiopatológico del Dr. Hans Selye, y data de 1928; ver de este autor "The Story of The Adaptation Syndrome", *Acta*, Montreal, 1952.

- traumatismos
- hemorragias
- quemaduras
- temperaturas extremas (frío, calor)
- radiación solar
- electricidad
- cirugía, partos
- infecciones, emociones, etcétera.

La unificación de estas causas como estresantes no es una unificación lógica, basada en el hecho obvio de que todas causan algún daño, sino en que provocan modificaciones idénticas en el organismo, es decir, que tienen un común denominador más profundo.

Todas ellas provocan, desde el punto de vista fisiopatológico:

1. hipertrofia suprarrenal
2. involución tímica
3. shock
4. úlceras gastro-intestinales
5. nefroesclerosis
6. hipertensión arterial
7. hialinización de las arterias y corazón, parecidas a las de la fiebre reumática o alérgicas.

5.2. Centro de respuesta. El centro de respuesta del S.G.A. es el eje hipófiso-suprarrenal, que ejerce su acción a través de algunas de sus hormonas específicas. La hipófisis aporta la ACTH (hormona córticotropa) y la STH (hormona somatotropa), y la suprarrenal aporta los glucocorticoides (el más conocido es la cortisona) y los mineralocorticoides.

La dupla ACTH-Glucocorticoides y la dupla STH-Mineralocorticoides están en equilibrio antagónico. Los últimos provocarían las lesiones de estrés, y los primeros protegerían al organismo de las mismas.

Esto se corrobora mediante los métodos propios de la fisiología:

1. La hipofisectomía, y también la suprarrenalectomía, disminuyen la resistencia al estrés.
2. Esto se corrige con extracto de hipófisis anterior, y de suprarrenal. Más específicamente, se obtiene el mismo efecto con ACTH para hipófisis, y cortisona para suprarrenales.
3. Con exceso de hormonas específicas (extracto anterior de hipófisis; y desoxicorticosterona, un mineralcorticoide), se producen las distintas lesiones características del S.G.A.

5.3. Reacción General de Alarma. En las fases de Shock y Agotamiento, caracterizadas por la depleción o pérdida de colesterol, ácido ascórbico y adrenalina, entre otros indicadores, debieran corroborarse las siguientes hipótesis derivadas:

1. El ACTH y la cortisona protegen la fase de Shock.
2. En la fase de Agotamiento, el ACTH y la cortisona detienen los procesos de hialización observados en la fiebre reumática, artritis, enfermedades alérgicas, etcétera.
3. En la artritis reumatoidea, la exposición a estrés no específico distinto al que provocó la enfermedad, al inducir la producción de ACTH y cortisona, mejora al paciente.

Las observaciones correspondientes corroboran estas hipótesis.

El ingenio con que el Dr. Hans Selye deduce consecuencias observacionales que corroboran su Teoría General del Estrés, es notable. No corresponde a este trabajo el analizar cómo funciona el S.G.A. en cada cantidad patológica específica. Diremos sí que es explicativo de un sinnúmero de enfermedades que hasta ese entonces estaban dispersas:

1. Cushing
2. tumores corticales suprarrenales
3. feocromocitoma
4. algunas hipertensiones
5. periarteritis nudosa
6. arterioesclerosis
7. enfermedades reumáticas
8. artritis gotosa
9. algunas diabetes
10. nefroesclerosis
11. enfermedad de Addison
12. enfermedad de Simmons
13. trastornos psicosomáticos
14. alergias
15. tirotoxicosis
16. úlcera gastro-duodenal
17. desarreglos menstruales.

En sí, la teoría no fue refutada nunca. Simplemente en estos últimos veinte años se la abandonó lentamente, pues se vio que había algo más que el juego entre el S.G.A. y el agente agresor para explicar todas estas enfermedades. En algunas, el S.G.A. era de efecto mínimo, o no era la variable relevante. En otras, intervenían fundamentalmente otros mecanismos hormonales, metabólicos, nerviosos. Se vio que la estructura real era más compleja que la delineada por esta teoría, y que todavía resistía una unificación legal.

Sobre todo, se vio defraudada la vieja esperanza, el viejo mito médico de tratar todas las enfermedades, reducidas a una sola, con un solo remedio. Quedaron en pie, la idea de *fases en la resistencia del organismo*, la noción de *estrés*, la influencia *del eje hipófiso-suprarrenal*, y el uso terapéutico de las correspondientes *hormonas en las enfermedades* reumáticas, gotosas, alérgicas, del colágeno, shock agudo, asma, etcétera.

Por supuesto, no es esta la única teoría en medicina. Son ejemplos actuales las teorías sobre inmunidad, alergia, funcionamiento hepático, etc. Elegir el S.G.A. como paradigma se debe a su carácter más generalizador, más abarcativo, y a ser más inteligible para no médicos.

De cualquier manera, desde el punto de vista metodológico, es importante señalar que aunque se la haya abandonado en su forma inicial, se trata de una teoría completa con todas las características de las teorías de otras ciencias. Incluso en el hecho de ser abandonada por otra teoría más exitosa es similar a lo observado en física, donde la teoría newtoniana es abandonada en beneficio de la teoría de la relatividad, al dar ésta cuenta de hechos que la anterior no explicaba. Asimismo es análogo el que se la siga usando en algunos tratamientos o explicaciones parciales, a pesar de ya no aceptarse en bloque. La teoría newtoniana, aunque no es correcta, también sigue teniendo su ámbito limitado de aplicación.

6. Ciencias o ciencia

El error más común que se comete al analizar la medicina, proviene de dar toda la relevancia a su segmento más notorio desde el punto de vista de la interacción humana, la clínica, sin percatarse de que, como los icebergs, no es más que una pequeña porción del saber médico. La clínica está sustentada por múltiples disciplinas auxiliares que se interrelacionan, desarrolladas en forma independiente, y unificadas en torno al problema que les dio origen: la pérdida de la salud.

Así, podemos considerar:

- Anatomía: puramente descriptiva.

- Anatomía patológica, Farmacología, Terapéutica: se formulan leyes sobre los fenómenos observados, empleando términos puramente empíricos, con afirmaciones de Nivel I y II.
- Fisiología, que se unifica con la anatomía patológica para integrar la fisiopatología, verdadero núcleo de la medicina, donde se va a alcanzar nivel explicativo con uso de términos teóricos (Nivel II y III, ver nota 2).
- Clínica, que hace amplio uso de la fisiopatología.
- Cirugía: pura técnica. No así la clínica quirúrgica, que también usa de la fisiopatología.

7. Validación de afirmaciones

Creo haber demostrado a esta altura que las disciplinas que integran la medicina no son simplemente fenoménicas, descriptivas. De serlo, la única forma de validación sería la demostración directa.

En realidad, se emplean tres procedimientos para dar validez a las afirmaciones:

- a) procedimientos experimentales
- b) procedimientos estadísticos
- c) procedimientos clínicos.

Los iremos viendo en forma sucesiva.

a) Procedimientos experimentales

En general, toman su base en los métodos fisiológicos antes considerados.

En animales de experimentación, se siguen fielmente. En humanos es posible observar los efectos de la privación de algún factor como consecuencia de accidentes, cirugía o enfermedad. La restitución del mismo en estos casos puede ser tan factible como en el animal. El exceso del factor, en enfermedades o introducción accidental.

Cuando el control de variables no es tan estricto como el planteado, se usan grupos de control, para averiguar la significación de algún factor presente o ausente. Este procedimiento es incluido en los experimentales cuando la variable relevante es introducida o quitada por el experimentador

b) Procedimientos estadísticos

Aquí son usados exactamente en la misma forma que en sociología, para encontrar correlaciones o diferencias significativas que justifiquen fundamentalmente hipótesis de tipo:

- Etiológico (causas de enfermedades)
- Fisiopatológicos
- Terapéutico
- Epidemiológico.

Este procedimiento es factible gracias a la enorme recolección de datos en hospitales y ministerios de salubridad.

c) Procedimientos clínicos

Curiosamente, éste, que comenzó siendo el procedimiento médico por excelencia, está relegado a los suburbios de la medicina. Es en general el método por el que el médico práctico termina convenciéndose de la bondad de algún procedimiento terapéutico.

Si lo mencionamos aquí es porque es el único método de validación que usan algunas pseudomedicinas de alternativa, como la homeopatía, la iridología, el naturismo, etc. Incidentalmente, es interesante analizarlo pues es la *única* apoyatura que presentan escuelas enteras de psicología y psicoterapia.

En síntesis, el método clínico dice que la situación clínica, en la que interactúan médico y paciente, es una situación experimental, en la que el médico o psicoterapeuta introduce o quita una variable, y observa el efecto subsiguiente. De acuerdo con esto, una hipótesis es válida si es confirmable, corroborable.

El método clínico no contempla computar éxitos y fracasos, para someterlos a tratamiento estadístico y ver si los primeros son significativos. Tampoco refuta contrahipótesis, que podrían explicar los éxitos obtenidos por otras variables que la observada.

Ya a comienzos del siglo XVIII, los médicos se plantearon abandonar el método clínico como único y usar las estructuras probabilísticas, recién descubiertas (aunque recién en nuestro siglo los hospitales posibilitaron la recolección de datos). En un comienzo, el campo hospitalario permanecía, en cuanto al censo, al margen de la experiencia médica: era un inmenso hervidero de *casos aislados*.

En nuestros días, insistimos, el método clínico ha caducado como método de validación de afirmaciones en la ciencia médica. Creemos, sí, que es

todavía fértil para plantear problemas, sugerir ideas, suscitar hipótesis; mas no para justificarlas. Y es el método irremplazable para el tratamiento de pacientes.

8. Pseudomedicinas de alternativa

Esto nos lleva de la mano a analizar qué significan las versiones alternativas que se ofrecen a la medicina científica: homeopatía, naturismo, iridología, acupuntura. Vamos a ejemplificar con la homeopatía, aunque a las demás les cae el mismo sayo.

Parte de un principio: "Lo similar se cura por lo similar". Clasifica a los pacientes en fríos-cálidos, diurnos-nocturnos, biliosos, sanguíneos, etc. Los principios de que parte no los justifica de ninguna manera. Sólo cuentan el éxito terapéutico, evaluado de acuerdo con el método clínico.

Ya Hipócrates había desacreditado a "todos los que intentan hablar o escribir de medicina con un postulado como base de sus argumentos; recomienda que esto se deje para las cosas del cielo, pues ni el que lo dice, ni los que lo oyen pueden averiguar si sus afirmaciones son verdaderas o no; puesto que no hay ninguna prueba que pueda darles certeza".⁷⁶ Referíase sobre todo a Empédocles, que pretendía sacar de las cualidades de sus cuatro elementos básicos –lo caliente, lo frío, lo húmedo, lo seco– el principio causal de las enfermedades. Como se ve, la lucha viene desde lejos.

Esto descalifica también a un cadáver histórico, la alopatía, que sostenía que las cosas se curan no por lo similar, sino por lo contrario. Floreció hace doscientos años, junto con la homeopatía. La medicina científica que conocemos, de base hipotético-deductivoexperimental, *no* es su continuación, ni la reivindica, aunque a veces los homeópatas lo pretenden, para ponerse a la par: a veces presentan a la medicina actual como si fuera la alopatía de hace dos siglos, para realzarse ellos mismos.

La acupuntura, aunque parte de postulados, ha acumulado una inmensa cantidad de observaciones empíricas, cuya verdadera explicación no ha sido formulada. Los alcances reales de sus beneficios como terapia deben ser evaluados para darle indicaciones precisas.

En resumen, en estas y muchas más formas terapéuticas puede haber elementos rescatables, que deben ser examinados a la luz del método científico. No hay en medicina diferentes escuelas contrapuestas; a la medicina científica no se le oponen sino sectas precientíficas.

⁷⁶ Farrington, B., *Ciencia griega*, Buenos Aires, Hachette, 1957, p. 77.

Para finalizar la presente sinopsis, creo haber corroborado que la medicina debe ser estudiada en forma independiente de la biología.

Analizarla llevó a encontrar en esta disciplina términos teóricos y teorías fuertes, usadas en la misma forma que en otras ciencias fácticas. También difiere en la validación de sus afirmaciones. Su estructura es la de una ciencia.

Que es lo que queríamos demostrar.

Bibliografía

- Bunge, M., *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1975. Farrington, B., *Ciencia griega*, Buenos Aires, Hachette, 1957, p. 77.
- Foucault, M., *El nacimiento de la clínica*, México, Siglo XXI, 1975.
- Hempel, C., *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1976.
- Houssay, B., y col., *Fisiología humana*, Buenos Aires, El Ateneo, 1960.
- Illich, I., *Némesis médica*, Barcelona, Barral, 1975.
- Klimovsky, G., *Comunicaciones personales*.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Musso, R., *Problemas y mitos metodológicos*, Buenos Aires, Psique, 1970.
- Nagel, E., *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1974.
- Pascualini, R., *Endocrinología*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959; *Estrés, enfermedades de adaptación, ACTH y Cortisona*, El Ateneo, 1958.
- Selye, H., "The Story of the Adaptation Syndrome", Montreal, *Acta*, 1952.
- Suros, J., *Semiología médica y técnica exploratoria*, Barcelona, Salvat, 1973.



Capítulo 9

Métodos, teorías y paradigmas en la medicina griega

Podría pensarse, siguiendo una lectura descuidada de *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn, que una disciplina accede al *status* de ciencia cuando encontramos a una comunidad científica en posesión de un paradigma que preside todo su campo de investigación.

Pero, si contemplamos una ciencia, no vemos un haz sólidamente unificado en torno a un campo teórico, sino múltiples subdisciplinas con su propio paradigma. El propio Kuhn ejemplifica en su obra con paradigmas de los electricistas, de los mecánicos, de los "calóricos", etc., y modernamente encontramos los paradigmas relativistas y cuánticos como algunos ejemplos de la diversidad de comunidades científicas, cada una con su propio paradigma, en el seno de una misma ciencia. *No hay un paradigma único para cada ciencia, sino paradigmas para cada una de las subdisciplinas*. Por eso, Kuhn nos habla fundamentalmente de *teorías físicas*, de la evolución y revolución de las mismas, y no de la *física* como ciencia global.

El progreso científico, entonces, no es el de una disciplina en bloque, sino un progreso desigual operado en cada una de sus disciplinas. Sucesivos cortes históricos de una ciencia, vistos panorámicamente, nos muestran cambios constantes, lo que nos puede llevar a acentuar el aspecto revolucionario de la ciencia; mas si focalizamos la atención, comprendemos que el cambio ocurre en ese momento en una de las disciplinas, mientras las demás permanecen intocadas en uno de los cortes; en el siguiente corte, esa subdisciplina continúa igual, cambiando otras. Este segundo tipo de enfoque muestra la *permanencia de las teorías durante cierto período de ciencia normal*. Combinando ambos enfoques, asistimos a una *ciencia que se revoluciona constantemente*, como lo quiere Popper; cuando la contemplamos en bloque, *al mismo tiempo tiene etapas de ciencia normal o conservadurismo científico*, tal como lo describe Kuhn.

Si un paradigma *no* caracteriza una ciencia, pues está constituida por un conjunto de paradigmas, ¿cuál es el cemento que las une, para que podamos hablar de ciencias y no de teorías solamente? Supongo y propongo que esta integración está dada por cierta problemática compartida y ciertos interrogantes comunes. *Consideramos como ciencias a conjuntos de teorías que responden a interrogantes sobre...* los seres físicos (física), sobre los seres vivos (biología), sobre la enfermedad (medicina), sobre los procesos mentales (psicología), sobre los procesos sociales (sociología). *Cada una* de las teorías que responden a los diversos campos problemáticos, lo hacen con su propia conceptualización. Desde ella abordan las preguntas sugeridas parcialmente por las teorías mismas, así como también por los

problemas empíricos considerados; a esta estructura de abordaje la denominamos *método*. La historia de la ciencia nos muestra en el interior *de cada disciplina* el doloroso, arduo trabajo de encontrar sus propias leyes y sus propios métodos, estrechamente unidos. Cuanto más precisas sean las leyes, más se ha aproximado el método a la problemática común.

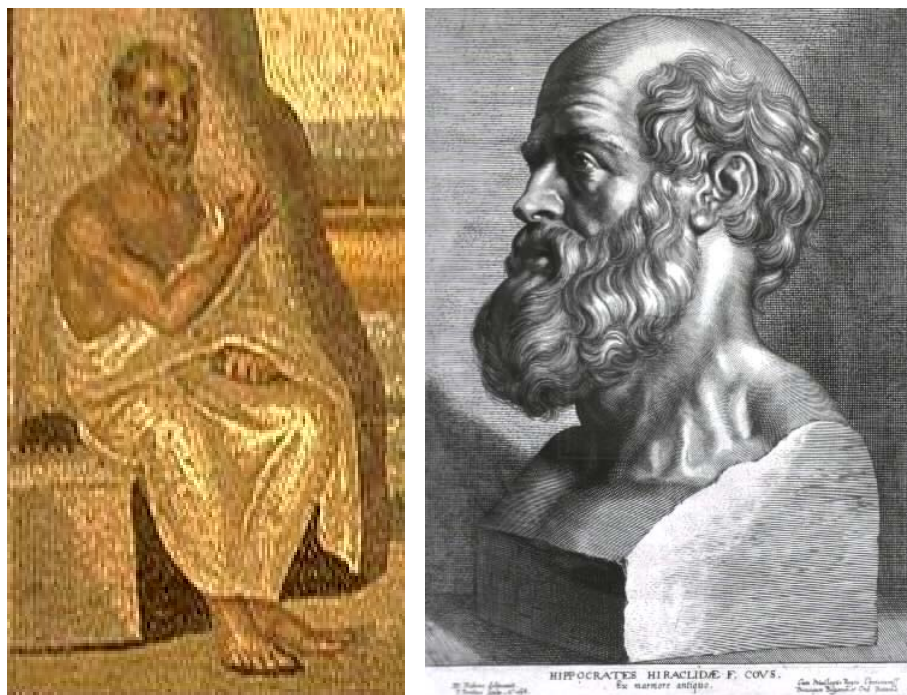
Cuando una ciencia es madura, toda su comunidad científica coincide con sus teorías, sus leyes y su método. Algunas han conquistado esa madurez: física, química, biología. Otras están aún en ese largo proceso. Podemos indicar una lógica general de la contrastación, de la refutación, que nos autoriza a hablar de un método científico general... pero ¿cuál es el método específico de la psicología, cuál el de la sociología, y cuáles son sus teorías indiscutidas más generales?

Conocemos la historia, la relación entre leyes, el campo teórico (*paradigma* o marco conceptual de referencia) y el método para la más rutilante de las ciencias fácticas, la física. Ahora intentaremos analizar históricamente esas relaciones para una añeja disciplina, la medicina, tradicionalmente olvidada por la filosofía de la ciencia, señalando en Hipócrates y Galeno las distintas teorías manejadas, el método empleado y los elementos paradigmáticos. Al mismo tiempo los someteremos a diversos criterios de científicidad, buscando discriminar dos posibilidades: saber si en esa época la medicina podía ser considerada una actividad precientífica (mitológica, filosófica o religiosa), o una ciencia ya constituida.

1. Hipócrates

Casi quinientos años antes de Cristo, en una pequeña isla del Asia Menor, Cos, colonia griega estrechamente ligada a la *pólis* de Mileto, asistimos al hecho crucial –bachelardiana ruptura epistemológica– en que se constituye una ciencia empírica: irrumpen en la historia los escritos médicos de Hipócrates. (El *Corpus* hipocrático va a ser la obra de trescientos años de escuela hipocratea; por simplicidad de exposición, vamos a hablar como si todos fueran obra de Hipócrates mismo, aunque cuando lo citemos, lo sea sólo de los párrafos tenidos por suyos).

Antes de este suceso, en la medicina campeaba un criterio mágico o religioso. El médico no se discernía del sacerdote o el mago; sacerdotes de Esculapio, adivinos, curanderos, oficiaban extraños ritos curativos, basados en signos propiciatorios y filtros secretos.

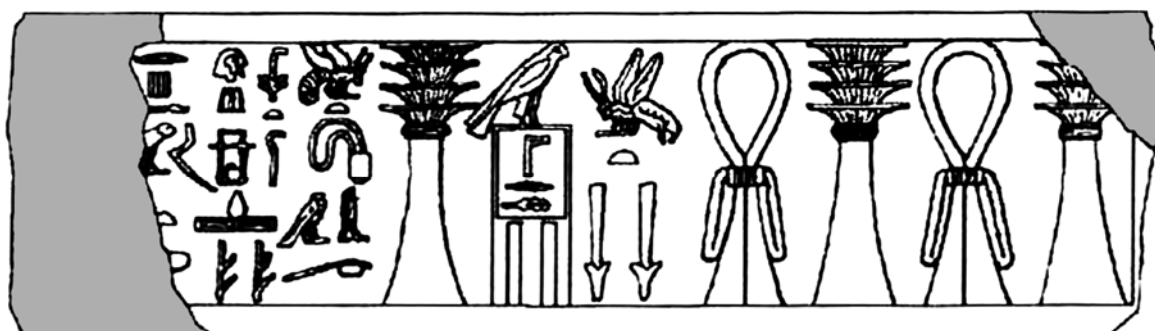


Mosaico helenístico representando a Hipócrates en el Templo a Esculapio de la isla de Cos, y grabado por Peter Paul Rubens, 1638.

Hipócrates (Ἱπποκράτης, *circa* 460 a. C. - *circa* 377 a. C.), según la tradición, descendía de una estirpe de magos de la isla de Cos y estaba directamente emparentado con Esculapio, el dios griego de la medicina. Contemporáneo de Sócrates –pero más longevo, ya que murió hacia sus 83 años– y treinta años mayor que Platón, este lo cita en sus obras. Al parecer, durante su juventud Hipócrates visitó Egipto, donde se familiarizó con los trabajos médicos que la tradición atribuye al primer "científico" cuyo nombre (¡e imagen personal!) ha llegado, Imhotep. Este floreció entre 2667 a. C. o unos diez años después, y 2600 a. C ; y tal vez nació en 2690 a. C., dos milenios y dos siglos antes del médico griego. Sumo sacerdote de Heliópolis, no sólo era un curador/sanador (el pueblo de los medos, que originaría el –inicialmente– adjetivo calificativo *médico*, aún no existía), sino también astrónomo y arquitecto — lo que indica que tenía los conocimientos de cálculo y geometría necesarios para dominar estas ciencias. Pese a no haber nacido noble, tal era el respeto hacia su saber que durante la dinastía III fue alto cortesano de varios faraones y visir del faraón Necherjet Dyeser (*Zoser*), diseñó la pirámide escalonada de Saqqara. En fisiología Imhotep parece haber enseñado una forma ancestral de la teoría humoral. Hipócrates acepta esta, pero en cuanto a la etiología (o causa de las enfermedades) relega el criterio mágico, que equivale a la resignación intelectual ante una etiología declarada incognoscible.



Efigies de Imhotep (Imhetep, en griego clásico Imuthes (Ιμυθες)). Abajo: inscripción con los nombres de Netjerikhet (Djoser) e Imhotep y la transcripción de los jeroglíficos con el nombre de este,.





Signos que forman el nombre Imhotep: Jj m ꜥtp, "Soy quien viene en paz"



La pirámide escalonada que Imhotep erigió en Saqqara.

Hipócrates rompe violentamente con esta concepción. Separa rigurosamente la enfermedad de los sucesos divinos: la enfermedad no es castigo o recompensa de los dioses, es una relación entre hechos de este mundo que deben ser sometidos a indagación. La ontología hipocrática está sustentada en los filósofos dichos "materialistas" de Mileto. Estos hicieron posible la ruptura, pues la *moira* o *anánkee* que postulan (ley o necesidad de la naturaleza) convierte en superfluos a Zeus y a la magia.

Así, llega a decir: "Me parece que esta enfermedad, la divina epilepsia, no es más divina que las otras. Los hombres piensan que es divina porque no la comprenden. Pero si llaman divina a cada cosa que no entienden, no existiría límite para las cosas divinas".

Los primeros elementos del paradigma, del pensamiento hipocratea-no, son entonces su filosofía "materialista", es decir que presupone como básica la existencia de materiales constantes establemente caracterizados de cierto modo y cuyas porciones o fragmentos se comportan siempre de modo similar entre sí, *sin diferir intrínsecamente*; su *consiguiente confianza en lo preordenado de la naturaleza*, y, *por ende, en la posibilidad de desciframiento racional*.

Abarcando en círculos concéntricos las teorías hipocrateanas, yendo de afuera hacia adentro, encontramos primeramente teorías muy generales sobre el mundo y el hombre.

Entre naturaleza (*phýsis*) y hombre existe una relación armónica, a la que llama fisiología; el término está usado, como vemos, en sentido diferente al actual. *La naturaleza, que comprende también al hombre, es razonable: puede razonársela*. Para el buen médico el azar no existe, pues lo supera con el conocimiento de las leyes objetivas de la naturaleza.

En el círculo siguiente encontramos hipótesis más ajustadas sobre la enfermedad. En ellas se introducen como términos explicativos los *humo-*

res; componentes de la naturaleza en número de cuatro (no de seis, cinco o tres como en otras antiguas culturas), sus cambios y desplazamientos dan cuenta de los padecimientos.

El núcleo del sistema consiste en las *manifestaciones de las enfermedades, los signos o cambios objetivos en el paciente*, cuyo estudio *sistemático* es la preocupación fundamental de Hipócrates.

Esta preocupación por los signos y síntomas de las enfermedades se prolonga hasta nuestros días en la disciplina llamada semiología, ciencia médica específica de la exploración del paciente. Basada en un encuadre teórico propio, efectúa la recolección de datos observacionales con los que va a construirse el razonamiento clínico.

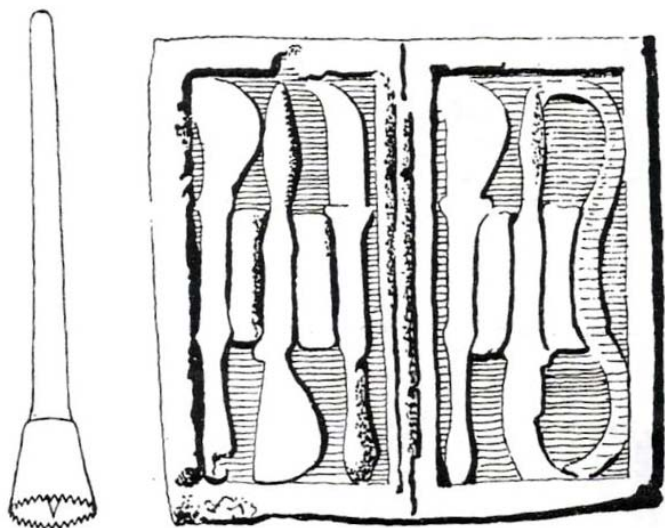
Considerando las capas del *Corpus hipocrático*, encontramos que las teorías médicas tienen *reglas de correspondencia* laxas y porosas con sus indicadores observacionales. Pero estas teorías, casi metafísicas, cumplen el mismo papel que el "elemento fundamental" entre los filósofos milesios: desacralizan el cuerpo y la enfermedad, como antes estos filósofos habían desacralizado el universo al proscribir el animismo de las explicaciones. Al ser naturales, y no psicoteológicas, posibilitan realizar la otra labor, la del núcleo: *la lenta tarea de identificar regularidades relacionales*. Estas una vez completas y reunidas llevan la etiqueta de la enfermedad nombrada. Las especies de bestias en el zoológico médico –las enfermedades– son bautizadas y clasificadas; cada nueva ocurrencia o "caso" es un nuevo ejemplar.

En esta clasificación están prohibidos los indicadores no observacionales. Con un empirismo a ultranza, el criterio de verdad para admitir la presencia de los indicadores es la "sensación del cuerpo", que se recoge por su exploración minuciosa, de la que participan todos los sentidos. Se observa la piel, mucosa, ano, recto, la expresión del rostro (llamado aspecto o *facies*, en ocasiones típica, característica de ciertas enfermedades; la llamada *facies* hipocrática del parkinsonismo es modelo todavía). Se escucha la voz del paciente, el silencio, la respiración, la tos, la crepitación de huesos fracturados, se sacude al paciente y se escucha el ruido que hace su tórax cuando tiene derrame pleural (sucusión), se ausculta el tórax encontrando ruido en frote de cuero cuando existe pleura inflamada, o estertores húmedos en enfermedades pulmonares. Esta cuidadosa auscultación del tórax, de la que los hipocráticos hicieron un arte semiológico, fue luego olvidada hasta el siglo XIX. El tacto fue usado para valorar la temperatura, pulso del paciente, huesos, vientre, genitales femeninos, textura y contenidos de las heces, arenilla en la micción. El olfato interviene asimismo en la exploración, para explorar el aliento, la transpiración y el cerumen; e incluso se llega a saborear las lágrimas, las úlceras, la orina y la sangre o se observa las moscas "saboreándolas" por ejemplo en casos de diabetes. Dícese

que en algunos casos el mismo Hipócrates tomaba el pulso mientras el paciente relataba su historia, para detectar si mentía. Los signos descritos al ejemplificar la exploración sensorial del cuerpo son clásicos, y pueden encontrarse en un libro moderno de medicina.

Ciertos resultantes *conjuntos* de signos, articulados y regularmente relacionados, son llamados "cuadros sintomáticos" o *enfermedades*. Estas son alteraciones de la *phýsis* que provocan cambios en los humores, variando en más o en menos su presencia y por ende la composición del cuerpo, lo que a su vez se manifiesta por signos. Algunos de estos signos es, en ocasiones, el propio humor producido en exceso durante el decurso de la enfermedad.

Abajo, un trépano y escalpelos de la antigua cirugía griega; y dedos en maza de un paciente con el síndrome de Hipócrates, resultante de la hipertensión pulmonar y claro signo diagnóstico en la enfermedad pulmonar supurativa crónica, cáncer de pulmón, y cianosis de raíz cardíaca.



A pesar de que esta explicación de la enfermedad atraviesa de afuera a adentro las capas antes encontradas en el pensamiento hipocrateo, usando teorías fisiológicas y humorales que permiten entender la enfermedad sin recurrir a fuerzas sobrenaturales, no razona a partir de tales teorías como postulados primeros. Al contrario, alerta contra el uso de apriorismos en medicina que hacía Empédocles, desacreditando a "todos los que intentan hablar o escribir en medicina con un postulado como base de sus argumentos; recomienda que esto se deje para las cosas del cielo, pues ni el que lo dice, ni los que lo oyen pueden averiguar si sus afirmaciones son verdaderas o no; puesto que no hay ninguna prueba que pueda darles certeza". Se refiere a que el filósofo Empédocles pretendía extraer de las cualidades de sus cuatro elementos básicos –lo caliente, lo frío, lo húmedo, lo seco– el principio causal de las enfermedades. El progreso médico se basa en la observación y la experiencia, en la recolección de datos; no en la especulación.

¿Cuál es el método usado para reconocer los signos objetivos de enfermedad? Efectuada una cuidadosísima exploración del cuerpo enfermo, *se comparan los hallazgos con los encontrados en el sano*. Este, por ejemplo, no tenía arenilla en la orina, ni aliento alíáceo, ni sus raspaduras sangrantes se cubren de moscas tan insistentes como las del diabético... Así se encuentra la diferencia que permite discriminar entre el típico sano y este particular enfermo.

Luego, como dijimos, los *signos* se agrupan en *enfermedades*: etiquetas que se adjudican a los pacientes que presentan colecciones similares de signos. Esta operación la llama Hipócrates "agrupar por lo similar". La diferencia vuelve a introducirse en el seno de lo similar al señalar los diferentes modos de evolución de cada enfermedad. Las operaciones lógicas de reunir y separar, basadas en lo similar y en lo diferente, son la base operativa de la lógica de clases y de los árboles clasificatorios aristotélicos: la taxonomía.

Mediante este método, se asciende de la observación de signos a la construcción teórica de la enfermedad, y luego a las modalidades específicas dentro de cada enfermedad, para clasificar finalmente estas.

Un método que recuerda en su enunciación al anterior, es el que Hipócrates recomienda, una vez que el médico está munido de un repertorio básico de enfermedades identificadas, para hacer el diagnóstico de cuál es aquella que aqueja a un paciente determinado: "Hágase un resumen de la génesis de la enfermedad, y luego mediante discursos y exploraciones minuciosas, reconózcanse semejanzas entre sí, y luego las desemejanzas entre las semejanzas, y por fin nuevas semejanzas en las desemejanzas, hasta que de éstas resulte una semejanza única: tal es el camino". En un análisis

sis cuidadoso de estas afirmaciones, comprobaremos la casi identidad con el método diagnóstico de la clínica moderna. Veamos:

1. "Hágase un resumen de la génesis de la enfermedad". Es por donde comienza la historia clínica moderna: tomando en cuenta antecedentes y forma de comienzo de la afección;
2. "Mediante discursos y exploraciones minuciosas, reconózcense semejanzas entre sí": luego de tomar en cuenta los orígenes de la enfermedad, el médico examina cuidadosamente al paciente, para encontrar los signos que caracterizan su enfermedad. Cuando son coherentes con la historia permiten encontrar la primera semejanza, es decir: *reconocer a qué entidad morbosa, a qué enfermedad ya anteriormente definida pertenecen*;
3. "Luego las desemejanzas entre las semejanzas". Esto significa, al igual que en la medicina actual, que no es suficiente encontrar un primer diagnóstico probable; existen *numerosas enfermedades que se parecen* en una primera aproximación. En lenguaje moderno el médico realiza un *diagnóstico diferencial*, es decir, va señalando cada una de las entidades parecidas a la que se supone que está presente en el paciente, y *descartándolas* porque algunas de sus características no están presentes (desemejanzas en las semejanzas), en un proceso que puede describirse como de refutación de las contrahipótesis;
4. Las "nuevas semejanzas en las desemejanzas", significa que una vez identificada con alta probabilidad la enfermedad, debe encontrarse su curso específico, y este es el camino, pues el curso específico permite predecir la evolución (curso leve o grave, curso mortal).

Pero las indicaciones metodológicas que encontramos en el *Corpus* no se agotan en una taxonomía y en un diagnóstico clínico. Cuando en él se analizan las causas de enfermedad, se hace uso de un método para identificarlas en un todo idéntico al método de las diferencias y las concordancias de Stuart Mill, con una enunciación clara: "Las enfermedades son el resultado de una amplia variedad de causas y *debemos considerar causas seguras de una afección, todas aquellas cosas cuya presencia es necesaria para que aparezca, y cuya ausencia determina su desaparición*". No se diría en mejor forma veintitrés siglos más adelante.

Si resumimos a continuación los elementos lógicos y metodológicos presentes en la obra hipocratea, podremos enunciar:

- el reconocimiento de una diferencia entre una ciencia fáctica, la medicina, y ciencias formales, al negarse a razonar en base a postulados, pues ninguno es autoevidente;

- un criterio empírico de verdad, la "sensación del cuerpo"; enunciados observacionales y algunas generalizaciones empíricas tan cuidadosas, que todavía persisten;
- uso de una lógica de clases, y su enunciado explícito, aunque no completo;
- esbozo de un método clínico de diagnóstico diferencial similar al usado actualmente, de lógica hipotético-deductivista;
- anticipa por completo el método de Stuart Mill para identificar variables.

Estos métodos de clasificación y contrastación se inscriben dentro de la mejor tradición científica. La racionalidad del pensamiento médico es garantizada por la ruptura epistemológica con la magia, el mito, la religión, provenientes de la adopción de una ontología materialista.

El uso de métodos científicos abona una presunción débil, la que sostiene que la medicina es una *actividad científica*. Pero no permite sostener la tesis fuerte que me propongo defender, a saber: que la medicina griega es una *ciencia*.

Y esta es en verdad una afirmación fuerte, pues en algunas concepciones ni siquiera la medicina actual adquiere el status de ciencia. Sometamos al sistema hipocrático a confrontación con diversos criterios de cientificidad, derivados de la concepción clásica de la filosofía de la ciencia, neopositivismo e hipotético-deductivismo, y de los criterios kuhnianos, para ver si sale airoso.

Kuhn afirma que es la posesión de un paradigma por una *comunidad científica* lo que permite hablar de ciencia madura. Este paradigma deberá ser una realización *exitosa* en su campo, *que defina el territorio* por trabajar, y *que prometa* a sus seguidores que los problemas que deja planteados tendrán dentro de su contexto solución adecuada. Pero un paradigma no es un bloque acabado de una vez para siempre. Explorar los interrogantes que deja planteados es la labor principal de la ciencia normal que se realiza bajo su inspiración.

¿Es posible hablar de una *comunidad científica en la Grecia clásica*? Sí. Con respecto a la medicina, la comunidad hipocrática existía como comunidad científica y social, con conciencia de ser una corporación. Es interesante ver el juramento hipocrático que obligaba a resguardar de los ajenos a dicha comunidad los secretos de la doctrina, transmitidos de padres a hijos, pues habitualmente éstos sucedían a aquéllos en el ejercicio de la profesión. Cuando un extraño se incorporaba, era equiparado a los hijos. En reciprocidad, los nuevos miembros tomaban el compromiso de enseñar el arte médico a los hijos que el maestro dejaba al morir. Era común que los

aprendices se casaran dentro de la comunidad; sabemos, por ejemplo, que el yerno de Hipócrates era asimismo médico. Pese al carácter cerrado de la comunidad, el médico realizaba permanente labor docente con sus pacientes, enseñando cuidados y los motivos profundos del porqué efectuarlos. Pero este carácter de semi-secta cambió radicalmente, asumiendo características de comunidad científica moderna, en la medicina helénica de Alejandría, cuando se legalizó el primer Colegio Médico de la historia, en el siglo III antes de Cristo.

¿Cómo es tomada esta disciplina por sus contemporáneos? Platón la presenta como modelo de ciencias, en el *Gorgias* y en el *Fedro*. Aristóteles, hijo de médico, también la presenta como ejemplo de ciencia; a su muerte, dona su biblioteca y jardín botánico a Teofrasto de Eresos, médico discípulo y sucesor suyo en la dirección de su establecimiento en los *Jardines Liceos* (es decir, dedicados a Apolo Licio). En Atenas, es una ciencia enseñada como tal, además de serlo en el Liceo, en la Academia de Platón. La importancia que tiene en la vida griega es reflejada por Jaeger en su *Paideia*, cuando dice:

"Sin exageración puede afirmarse que la ciencia ética de Sócrates, que ocupa el lugar central en los diálogos de Platón, habría sido inconcebible sin el procedimiento de la medicina.

Sin embargo, la medicina griega no merece ser tenida en cuenta solamente como antecedente de la filosofía socrática, platónica y aristotélica, sino que además, por vez primera, la ciencia médica, bajo la forma que entonces revestía, traspasa los linderos de una simple propensión para convertirse en una fuerza cultural de primer orden en la vida del pueblo griego".

Idéntica opinión es vertida por otro gran estudioso del pensamiento griego, Rodolfo Mondolfo.

La *comunidad* hipocrática, reconocida como depositaria de la ciencia médica por los más serios pensadores contemporáneos, se encuentra además *en posesión de un paradigma*. No se trata aquí de las *teorías* médicas, que van variando en los cuatrocientos años de predominio de la escuela de Hipócrates. El marco de referencia o paradigma reside *en la práctica de exploración, clasificación, y reunión de las regularidades presentadas por las entidades teóricas* que son las enfermedades y los síndromes. El campo que esta tarea plantea es inmenso, y abarca a toda la patología. Es plenamente, en este sentido, una *promesa* de problemas y futuras realizaciones, como lo quiere Kuhn. La medicina había superado la etapa de exploración preliminar del terreno, para llegar a la de las *generalizaciones empíricas*, leyes auténticas formuladas en lenguaje netamente observacional.

Otras ciencias pasaron también por leyes de este tipo en algún momento de su evolución, como la astronomía de las leyes de Kepler, o la biología darwinista. En ambas, no encontramos todavía las *teorías con términos inobservables* que adquirirían con Newton y Mendel. Pese a ello, es legítima la *pretensión de las generalizaciones empíricas de llegar a la categoría de verdaderas leyes científicas*. Y de allí a sostener que la actividad que las funda es una ciencia, el paso a dar es pequeño.

¿Cuál es entonces el *papel jugado por las teorías* en uso en la medicina griega? El de trasfondo metafísico, que en vez de obstaculizar, posee *heurística positiva* en los hallazgos observacionales. Sostengo que no es allí donde debemos buscar el paradigma de Hipócrates, de la misma manera que el de Kepler no lo eran sus razonamientos teológicos sobre la perfección celeste. Sus limitantes de cientificidad están más aquí de estos razonamientos; se encuentran en las regularidades empíricas que describen mediante leyes generales observacionales.

La publicidad de los hallazgos, y de los datos observacionales que fundamentan las leyes empíricas, es crucial para la práctica hipocrática. No sólo *se hacen públicas y difunden dentro de la comunidad científica, y con los pacientes en lo que no constituye secreto profesional*, estas correlaciones empíricas, sino también rigurosas "historias clínicas", papeles de protocolo, cuya existencia co-define la práctica científica y que abandonada por la medicina, se va a retomar recién en la modernidad.

Esta fortaleza de la escuela hipocrática, su apego a lo observacional, va a ser también su debilidad, pues *no se va a interrogar casi en absoluto sobre esa auténtica "caja negra" que es el organismo humano, ni intentar desentrañar su mecanismo oculto*. De allí el escaso desarrollo que brinda a la anatomía y la experimentación.

Esta limitación –contradicción interna del sistema de Hipócrates– va a ser captada por la escuela de Alejandría y por Galeno, quienes al tratar de corregirla proponen un nuevo modelo de ciencia médica.

El último elemento de cientificidad del pensamiento de Hipócrates que voy a analizar, es compartido por Kuhn y las escuelas verificacionistas o refutacionistas en filosofía de la ciencia. Cuando en la historia clínica se reconoce la enfermedad, *esto permite conocer inmediatamente su evolución: comienzo, incremento, acmé o cúspide del proceso, y resolución o crisis*. Toda la estructura conceptual y las leyes empíricas obtenidas están al servicio del "pronóstico", predicción médica sobre los acontecimientos futuros en el paciente. Es una verdadera explicación nomológico-deductiva, en la que cada concepto de los variados cursos de las enfermedades hace las veces de ley científica, y el examen del paciente obra como *condiciones iniciales*

del *explanans*, siendo la predicción el *explanandum*: lo que ha de encontrarse.

La verificación de la predicción constituía el máximo orgullo del médico griego, y no tanto el intervenir exitosamente en la curación, pues era consciente de sus limitaciones terapéuticas. La medicina hipocrática era en esto humilde y pasiva: juzgaba que los organismos no son pasivos ante la enfermedad, sino poseen una fuerza curativa natural (νόσων φύσεις ἰήτροι, luego traducido al latín como *vis medicatrix naturae* o, incluso *natura medica*) que nosotros conocemos como homeostasis –un rebalanceo que contrarresta los alejamientos del equilibrio fisiológico– y entendemos originada en la filogenia, como evolución adaptativa de la homeostasis. Junto al sistema de signos y síntomas, a la alimentación y a las circunstancias ambientales, esa *vis medicatrix naturae* es un factor esencial en el pronóstico. Dice Hipócrates: "Si el conjunto de signos que presenta el enfermo es el que ahora te describo, tú, médico, sin equivocarte podrás decir que el futuro de ese enfermo será tal o cual". Es la predicción la que posibilita la *contrastación* de las afirmaciones médicas, al igual que en cualquier otra ciencia.

Las argumentaciones aportadas hasta ahora son:

- 1) uso de método científico;
- 2) existencia de comunidad científica;
- 3) reconocimiento de científicidad por la sociedad y los pensadores contemporáneos griegos;
- 4) presencia de paradigma;
- 5) fundamentación en leyes o generalizaciones empíricas;
- 6) reconocimiento del pronóstico como elemento que hará de las hipótesis médicas enunciados contrastables, para su confirmación o refutación.

Estas argumentaciones avalan la tesis fuerte sostenida: la medicina griega era una ciencia, en un pie de igualdad con las matemáticas, la astronomía, la biología o la física de su época.

2. Galeno

Consideremos ahora el pensamiento de Claudio Galeno (129-217)⁷⁷, quien dominó la escena histórica hasta el Renacimiento, para definir así-

⁷⁷ Se ha corregido recientemente la fecha de su muerte. Ver: V. Boudon-Millot (ed. y traductor) *Galien: Introduction générale; Sur l'ordre de ses propres livres; Sur ses propres livres; Que l'excellent médecin est aussi philosophe*, Paris: Les Belles Lettres, 2007; Vivian Nutton, *Ancient Medicine*.

mismo los límites de su científicidad y percibir las contradicciones internas que lo llevaron a la petrificación y el dogmatismo.



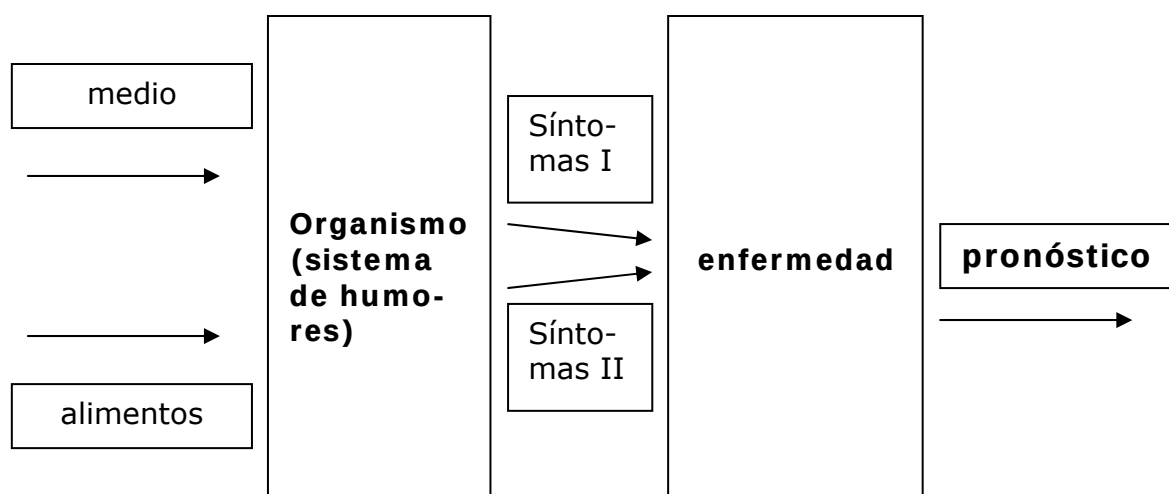
Claudio Galeno (129-217)

Fijemos su época: su nacimiento, en septiembre del año 129, ocurrió en la ciudad de Pérgamo (hoy Bergama, en Turquía): en plena dominación romana, pues. "Galeno" es un adjetivo griego, *galenós* (γαληνός), que significa calmo, y su nombre con el apodo nos dice pues "Aelio el Calmo" o "Claudio el Calmo". Confluyen en él la escuela médica de Alejandría, donde estudió, y la filosofía aristotélica, en la que fue iniciado por su padre.

¿Significa su concepción de la medicina *un cambio radical, la inauguración de un nuevo paradigma*?

Pienso que sí. Las tendencias de la época helenística culminan en Galeno, hasta estructurar un nuevo panorama de la medicina.

Recordemos que para los hipocráticos la medicina era considerada una única gran disciplina, con el acento puesto en relaciones de sucesos observables, para delimitar ontológicamente la enfermedad y su evolución en el tiempo (pronóstico). En tal visión, el cuerpo humano funciona virtualmente como una caja negra y *no* es función específica o primordial del médico desmontar su mecanismo.



Esquema de la medicina hipocrática: los Síntomas I son aquellos datos recogidos en un examen con el paciente en reposo, mientras los Síntomas II son los recogidos luego de someter al paciente a un sobreesfuerzo.

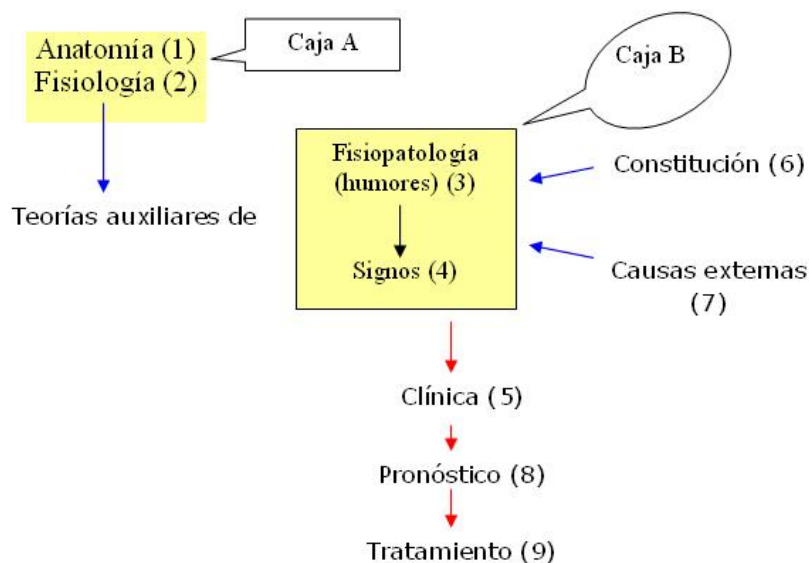
El medio ambiente, con sus cambios, y los alimentos con su aporte, son las causas que llevan al organismo a alterarse. Hemos visto que apelar a la teoría de los humores no agrega transparencia al organismo, al que se acepta conceptualizar como una "caja negra", esto es, como *algo que en su funcionamiento interno no se entiende*. Para iniciar la ciencia médica eso no está del todo mal, no es del todo inadecuado. Aceptándolo, la medicina hubo de hacerse enfocando otro hecho más cognoscible y cognoscible más pronto. ¿Cuál? El hecho de que el organismo responde a las modificaciones de ambiente y alimentación con síntomas, los que permiten clasificar la enfermedad y emitir un pronóstico.

Galeno se separa totalmente de esta concepción, añosa ya por los seis siglos que separaban al pergamense de Hipócrates. Establece que es función del investigador médico transformar la caja, "negra" o a lo sumo "ligeramente traslúcida", en caja "transparente". Es decir, hacer patentes los mecanismos internos — pues ellos son los que explican la enfermedad.

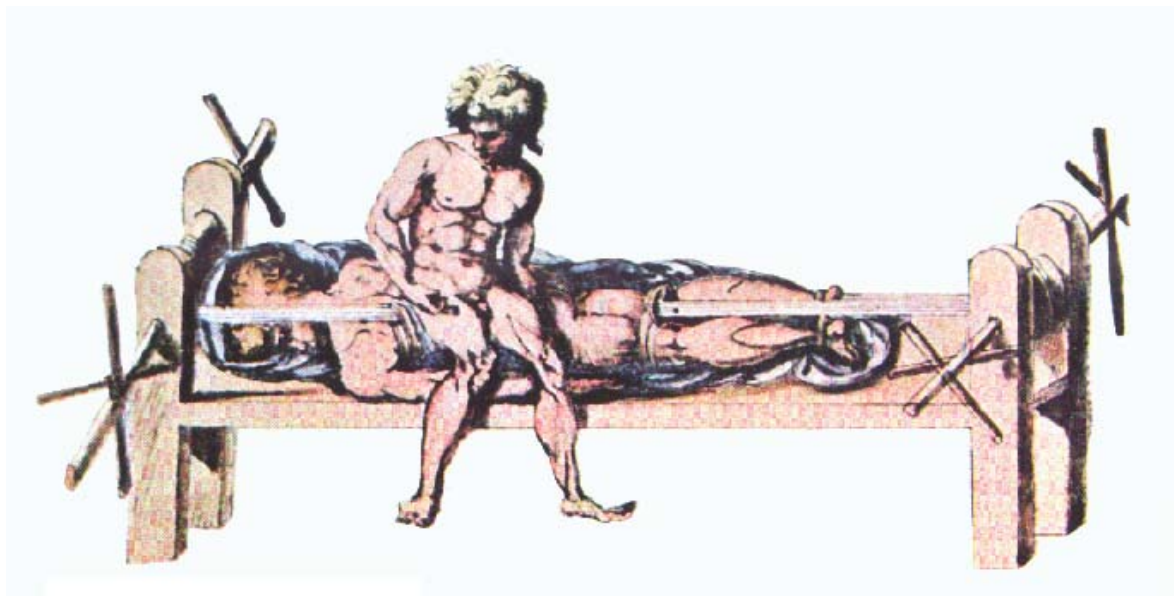
Con esto la medicina ya deja de ser una disciplina unitaria. Pasa a estar también integrada por múltiples ramas —anatomía y fisiología fundamentalmente— destinadas a analizar el funcionamiento del organismo humano. Con ellas pretende *fundamentar causalmente la enfermedad*, apelando para ese fin incluso a experimentos que permitan pasar del funcionamiento del organismo (fisiología) a la enfermedad (patología), pensada como alteraciones del funcionamiento encontrado por experiencias fisiopatológicas.

Esta idea de la medicina tiende a aproximarse a la moderna. Los primeros hallazgos anatómopatológicos y fisiopatológicos que se apartan de

las teorías humorales hipocráticas son visualizados como *anomalías*, y su acumulación determina un cambio total, pasándose a la *visión* galénica de la medicina.



Explicemos el cuadro: la nueva anatomía (1) y fisiología (2) son las teorías auxiliares en las que se va a asentar la fisiopatología (3), que si bien sigue usando la teoría humoral, lo hace basada firmemente en esas bases anatómicas y fisiológicas establecidas mediante razonamiento y experimentación. Los signos (4) son productos deducidos de las alteraciones fisiopatológicas. Fisiopatología, teoría humoral y signos, forman la clínica (5), principal cuerpo de la teoría médica. Son la constitución propia del paciente (6), es decir sus propensiones naturales, y las causas externas (7), lo que va a explicar los cambios fisiopatológicos. La clínica a su vez se encuentra al servicio del pronóstico (8) y del tratamiento (9).



Cama hipocrática, según una edición bizantina de las obras de Galeno. En la siguiente figura, la reducción de un hombro dislocado.



La caja negra hipocrática es reemplazada por dos sistemas o cajas, que obligatoriamente deben hacerse transparentes por la investigación médica: la caja A, que corresponde a la organización y el funcionamiento del organismo *sano*, y la caja B que son los cambios que en éste provocan la constitución y las causas externas para explicar la *enfermedad*, en la que los signos son los emergentes de cambios más profundos, fisiopatológicos, también objeto de análisis y estudio experimental.

Desmontemos ahora el mecanismo galénico.

2.1. Problemas de método. Galeno es el continuador legítimo de los hallazgos metodológicos hipocráticos; así lo piensa, creyendo de sí mismo ser el mejor comentarista del médico de Cos. En realidad, bajo pretexto de perfeccionamiento, comienza un lento proceso de despegue que va a conducir su sistema al dogmatismo.

No es enteramente responsabilidad suya, claro está — pues ningún hombre puede superar su tiempo. Habían pasado las épocas de la "polis" griega, democracia de iguales en que se honraba el pensamiento racional. La dominación romana inició la decadencia helenística: la lógica pasó a ser juego de salones, para deleite de los nuevos amos; los cultos irracionales renacían. Galeno va a abandonar el materialismo milésico; devoto de Esculapio, en su relación con este culto vamos a encontrar los elementos ideológicos que culminarán en la petrificación de su pensamiento. Llega incluso a

tener sueños en los que el dios le indica soluciones a problemas planteados por sus pacientes. A la demanda de que la ciencia fuera pública, que caracterizaba a los Colegios Médicos de Alejandría, suceden ahora prácticas provenientes del ocultismo; el conocimiento, arma de poder individual, se esconde de los demás. Galeno siendo joven denunciaba que se queman libros de anatomía a la muerte del autor, para evitar su difusión. Sin embargo, aunque esto le indigna, a la edad de cuarenta años, al dar a conocer una nueva teoría de la visión la presentó como inspirada en un sueño por Esculapio, a fin de hacerla inmune a la crítica ocultando las experiencias y el razonamiento que lo llevaron a ella. Era común en el poshelenismo la divinización de los hechos científicos; como resulta evidente, al bloquearse así el pensamiento crítico –pues, ¿quién es tan osado de contradecir a los dioses?– la ciencia, que sólo progresa por la crítica perpetua, se estanca y muere.

Profundo conocedor de Aristóteles, y continuador de su obra en lógica –esbozando incluso una lógica racional–, Claudio *el galeno* adoptó como modelo de las ciencias al método axiomático-demostrativo, tomado de la geometría. Toda su vida Galeno va a *oscilar* entre este razonamiento en base a axiomas transparentes, autoevidentes, y el fuerte llamado a la experiencia proveniente de su formación hipocrática. Escribió: "Todo conocimiento científico debe comenzar en lo que sin duda aparece en los sentidos, o en lo que es evidente para la mente".

Esta mezcla de empirismo y racionalismo va a ir en detrimento de la ciencia médica. ¿Motivo? Es que, si bien el empirismo extremo es compatible con el desarrollo científico, los enunciados razonables no siempre pueden llegar a ser fácticamente verdaderos (pues universos lógicamente verdaderos puede haber muchos, o infinitos, pero sólo uno es el universo de nuestra experiencia; comprobar, si el escogido entre los universos lógicos corresponde al mundo de la experiencia, es labor que se inscribe dentro del campo del método científico). Galeno acometió el salto de lo razonable a lo empíricamente verdadero sin un proceso que lo justificase, debido a la *confusión* ya indicada *entre cuál debe ser el método de una ciencia de los hechos, y el método axiomático-deductivo*, que lo es de una *ciencia formal*.

Como hecho interesante, podemos mencionar el uso que hace de la geometría en una teoría explicativa de la visión. Este intento de geometrizar la realidad iba a tener éxito en el programa de la mecánica clásica y las teorías de la visión que la toman en cuenta

El método hipotético-deductivo de contrastación de hipótesis conserva, del axiomático, la necesidad de deducción lógica; pero a partir, *no de axiomas verdaderos*, sino de *proposiciones que deben justificarse*. En ese sentido es legítimo lo expresado por Galeno: "El que no conoce la esencia y naturaleza de la demostración, como confiesan algunos que pretenden ser

filósofos, no puede aspirar a enseñar nada. Es como si un ignorante en matemáticas y en geometría pretendiera predecir los eclipses".

En efecto, la *predicción* científica se obtiene por deducción desde las hipótesis, y de ciertas condiciones iniciales que especifican los valores que van a tomar las generalidades expresadas en la hipótesis o en la ley (puede tratarse de leyes sobre enfermedades, o de la masa, posición, etc., de los cuerpos considerados, cuyo movimiento se intenta predecir). Por eso Galeno reconoce el valor metodológico de Hipócrates –primero entre sus pares– por el uso correcto que hace de la lógica: "Yo no creo en Hipócrates por su autoridad, sino porque sus demostraciones son sólidas".

¿Qué elementos va a considerar Galeno como aquellos que son evidentes de por sí, hasta el punto de no necesitar demostración, y con los que va a formular sus axiomas?

Se trata de los *humores*, base de sus teorías fisiopatológicas, y de sus transformaciones (cocción, desplazamientos, equilibrio y desequilibrio, etc.). Las disciplinas médicas que "aparecen" en los sentidos, las que son puramente empíricas, son *la anatomía y parte de la fisiología*. Para la razón va a considerar evidentes –continuando la línea de pensamiento que le hace decir que "el conocimiento aparece en los sentidos, o es evidente para la razón"– *la fisiología restante y la patología*. (Aclaremos que en su época no tenía elementos empíricos para fundar estas disciplinas de otra manera.) De los principios evidentes pasa, explicando, a deducir la realidad. Aunque trata que las deducciones se ajusten a lo observacional, la desproporción entre la base empírica y la inmensa tarea teórica por realizar lo lleva a exageraciones y errores. Ejemplifiquemos: de sus axiomas sobre el calor, deduce: "La hembra es más imperfecta que el macho, en primer lugar porque es más fría. (...) La causa de la superioridad del macho es la sobreabundancia de calor. En efecto, el calor es el primer instrumento de la naturaleza, de ahí que los animales en los que es menos abundante necesariamente han de tener una configuración menos perfecta"...

La labor que se ha impuesto Galeno no consiste solamente en fundar un nuevo paradigma médico; intenta salvar el conocimiento del escepticismo y eclecticismo de su época, de allí su fundamentación epistemológica en el empirismo y el racionalismo.⁷⁸ Incluso lo dice taxativamente: "Pues si no hay nada evidente al intelecto o que valga la pena de creerse por sí mismo, todo juicio es inútil". Desarrolla la razón, desarrollando nuevas lógicas, y consecuente con el ideal empirista de Hipócrates las observaciones que realiza son exhaustivas.

⁷⁸ L. García-Ballester, J. Arrizabalaga, M. Cabré, Ll. Cifuentes, F. Salmón, Galen and Galenism: Theory and Medical Practice from Antiquity to the European Renaissance. Ashgate Publishing Co., Variorum Collected Studies Series: CS710, 2002.

En su madurez, la contradicción entre la lógica basada en axiomas (proveniente de las ciencias formales) y su constante experimentar y explorar la realidad, hace crisis. Le hace atisbar la diferencia que media entre las ciencias formales y las fácticas: "El examen de los problemas dialécticos y lógicos es inútil y sin ningún resultado para el diagnóstico o el tratamiento de las enfermedades, así como para el pronóstico". Dieciséis siglos después, otro Claudio –me refiero a Claude Bernard– va a sentar las bases hipotético-deductivas de la medicina científica actual resolviendo, por vez primera, el dilema de Claudio Galeno: deducción y experiencia se reconcilian entonces.

El concepto de *causalidad* que Galeno va a usar en sus explicaciones fisiológicas es tomado por entero de Aristóteles: "*Puesto que moverse es, llegado a ser, la fuerza en cuya virtud se produce el movimiento, es la causa de que algo llegue a ser, causa de ser*". Es un concepto de la causación ontológico –en esto es un concepto profundísimo, aunque la perspicacia galénica posiblemente no haya intuído su abismal profundidad ontológica (referida al ser como enacción y no como predicación), que tampoco es cosa de exponer ahora– y teleológico, adhiriéndose en esto por completo a las cuatro causas aristotélicas: causa material (qué constituye al moviente), causa formal (cómo se mueve), causa eficiente (el porqué impulsante que le hace moverse) y causa final (para qué se mueve). En este sistema, las cosas suceden por algo y para algo.

Largos siglos hubieron de pasar para que se dejara de buscar el *por qué* suceden las cosas –las causas aristotélicas– y se pasar a buscar el *cómo* suceden, simplemente, transitando desde una explicación sustancial a una sólo *relacional*, donde lo importante es la forma: el *cómo se suceden y relacionan* los fenómenos. *Intentar ir más allá, hacia su nexo causal, es salirse de los senderos seguros de la ciencia, para internarse en la brumosa metafísica*, como diría Hume milenio y medio después de Galeno. La repercusión que el aristotelismo va a tener en su pensamiento fisiológico es que los cambios observados son cambios sustanciales: cambios de sustancia y no sólo cambios de relaciones.

Como ejemplo de su pensamiento teleológico, digamos que su hermosa demostración de la formación de la orina en los riñones y su paso a la vejiga por los uréteres, plena de sutilezas experimentales, la realizó para convencer a los sofistas de la habilidad y previsión de la naturaleza para con los animales.

Sabe que "la lógica debe estar apoyada por la disección", expresando así un permanente recurrir a las bases que brinda la ciencia auxiliar de la anatomía, y a lo experiencial. Pero, en un caso de pus en la orina, el abuso de pasajes deductivos sin base empírica hicieron que diagnosticara la existencia de un absceso pulmonar que volcaría su contenido en la orina, si-

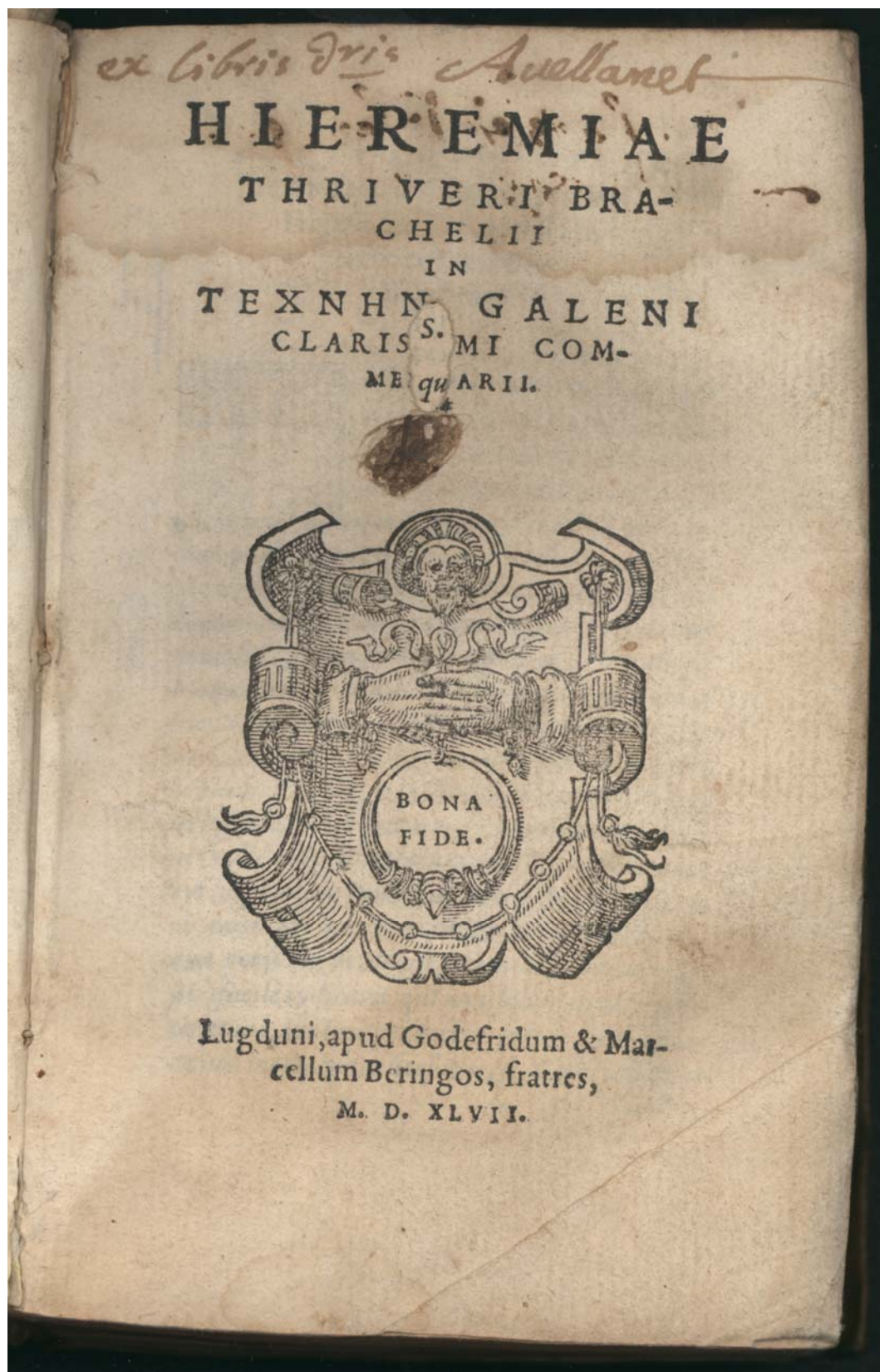
guiendo este camino: absceso pulmonar → vena pulmonar → ventrículo izquierdo → aorta → riñones → orina.

Podemos imaginar la cara de asombro de sus escuchas romanos, contemplando tal erudición anatómica que venía nada menos que del descubridor de la función renal. Nuestro asombro también es grande, cuando pese a las protestas galénicas de la importancia de las pruebas empíricas, sabemos que el paciente no tenía *ningún* síntoma de absceso pulmonar, ni del paso de pus por ninguno de los órganos nombrados. Había dado el paso desde la anatomía y fisiología –donde evidentemente el camino era así, y por lo tanto las cosas podrían haber sido así– a la patología, a afirmar que efectivamente lo que era así era la patología, y no la fisiología. Había confundido uno de los mundos lógicamente posibles, afirmado en la anatomía, con el mundo de la experiencia, sin contrastarlo.

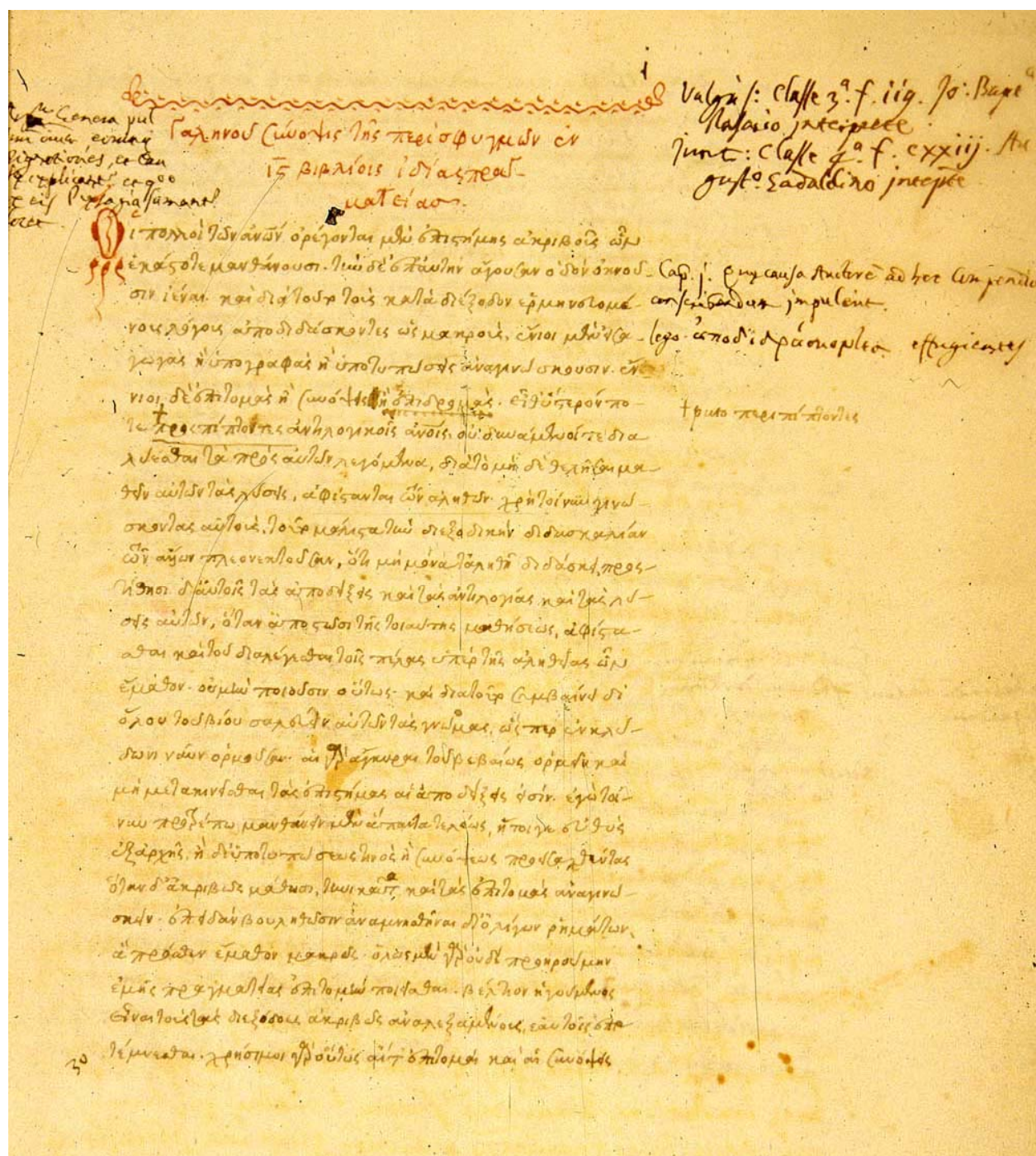
2.1.1. Anatomía y axiomas. En sus estudios de la anatomía humana, Galeno conoció sólo el *esqueleto*; el resto de la anatomía la aprendió en disecciones sobre animales, principalmente monos. La íntima relación entre anatomía y medicina (hecho no enteramente aprehendido hasta él), lo llevó a decir: "No es en los libros donde se aprende medicina, sino en la disección personal". Pero al no realizar disecciones humanas, atribuyó al hombre algunos músculos que no tiene y los monos sí, por ejemplo para mover las orejas. Esa es una de las fuentes de sus errores anatómicos. La otra es que la evidencia que concedió a sus axiomas recortó su campo visual, haciéndole ver elementos anatómicos inexistentes, o eliminando otros que podrían contradecir su imagen previa del hombre. Creía firmemente en una comunicación intervertebral, pese a no haberla visto nunca, pues la necesitaba en su explicación del movimiento de la sangre; creía los tendones unidos a los nervios, aunque no fuera así; hubo de inventar un canal a través del esfénoides que sirviera para eliminar residuos... etcétera.

Solicitado por su vertiente empirista, disecó y describió correctamente manos y brazos, piernas y pies, cabeza, cuello y tronco, órganos torácicos, abdomen, cerebro ... y lo que es más, usó sus disecciones para fundamentar la fisiología. Experimentando con la sección de nervios, descubrió el papel del diafragma y los músculos intercostales en la respiración, y el de los nervios cervicales y luego el recurrente en el habla. Describió el órgano cerebral, médula y nervios hasta la primera cervical, concluyendo correctamente que la médula era una prolongación del cerebro introducida en el canal óseo y que los nervios procedían de éste. También determinó el área de acción y la función de ciertos nervios. Anticipó con esto *el método de la fisiología experimental*, aunque parcialmente, al observar el efecto producido por la supresión de un factor, en este caso el nervio. La fisiología exige observar si reaparece la función suprimida al volver a introducir el factor eli-

minado y, si es posible, observar el efecto producido por la hiperfunción, que debiera ser una exageración de la función encontrada.



Frontispicio de Galenus, Claudius, Novi et integri commentarii Galeni libros De temperamentis. Lugduni: apud Godefridum & Marcellum Beringoso, fratres, 1547.



Galeno: manuscrito (griego) de "Sobre el pulso", hacia 1550, con algunas traducciones al latín de uno de los lectores

2.1.2. Método experimental

1. En anatomía

Usa la disección, método específico de esta disciplina.

2. En fisiología

- a) Para ver el efecto de la supresión del factor a investigar, por ejemplo, la función de los nervios, los corta;
- b) Planea diversas experiencias en las que va descartando las distintas hipótesis explicativas.

Un ejemplo de esto último es su investigación probatoria de la pulsación arterial como debida a las contracciones cardíacas, que "envían, a lo largo de *las paredes de los vasos*, espíritus vitales estimulantes de la capacidad contráctil de la pared vascular." Entonces, la hipótesis a demostrar es que la pulsación se origina en un cierto "espíritu vital" (elemento teórico de la explicación), enviado con cada latido desde el corazón *a lo largo de la pared* vascular, activándola a su paso. Para ello, realizó las siguientes experiencias:

1. Disecó la arteria femoral de una cabra ligándola en dos sitios cercanos. En este momento deja de sentirse el pulso distalmente a las ligaduras (etapa de supresión de la variable supuestamente causal).
2. Por una incisión longitudinal, colocó entre las ligaduras un canutillo de metal a lo largo de un corto tramo de arteria, soltando luego las ligaduras: ahora lo que se observaba es la reaparición del pulso en el miembro inferior investigado (etapa de restitución de la variable).
3. Efectuó una nueva ligadura sobre el canutillo con lo que sólo se aprieta la pared, pero no el vaso *in toto*, ya que la sangre sigue fluyendo por el interior del canuto. El pulso volvía a dejar de percibirse (etapa de refutación de la contrahipótesis: *que el principio del pulso, denominado espíritu vital, fluyera junto con la sangre*).

Quedó impecablemente demostrado que el espíritu vital sólo se traslada efectivamente por la pared vascular. El razonamiento y la forma de plantear el problema son acordes a un criterio moderno de método experimental.

Pero, ¿es que el pulso viaja por la pared vascular?

La experiencia fue luego refutada al descubrirse en el experimento una variable no entrevista por Galeno. En el interior del canutillo la sangre se coagulaba, y era esta interrupción al flujo sanguíneo no contemplada por Galeno la causa real de la nueva cesación –en N° 3– del pulso. Si efectivamente no vio la coagulación, o si desdeñó el dato – es algo sobre lo que la investigación histórica no puede pronunciarse.

2.1.3. Teorías fisiológicas. Galeno refinó la teoría hipocratea de los humores y este refinamiento se apoyó en el cuidadoso estudio de la anatomía: nuestro autor conoció todos los órganos anatómicos (y algunos imaginarios) y los describió, incluso en su vascularización más detallada. Según su visión, lo frío, lo húmedo, lo cálido y lo seco son los principios eficaces, cuya concreción, a partir de los alimentos, da origen a *los cuatro humores: sangre, bilis amarilla, bilis negra y flema*. Estos entes son la base de los procesos biológicos y del razonamiento galénico

"Si por algún motivo se acumula más humor del debido, se pone en marcha el mecanismo de defensa: la facultad expulsora del exceso. Así se explica cómo el estómago se libera, mediante el vómito, de la materia superflua que sobrenada, y mediante la diarrea, de las que van al fondo."

Las distintas funciones fisiológicas –las *dýnameis*– se realizan a través de potencias secundarias, que son las siguientes: fuerza atractiva, retención, potencia excretiva, potencia conversiva. Este esquema teórico se cumple en cada función fisiológica, en cada órgano. Ejemplifiquemos: "en el estómago, se da [potencia] atractiva en la deglución, retención en la cocción" [proceso por medio del cual los alimentos se transforman en humores], "excretiza en los vómitos y en la salida hacia el intestino delgado de los alimentos tras la cocción; la misma cocción es la conversión".

La energía para que estos procesos se pongan en movimiento es suministrada desde el exterior: el pnéuma, materia sutil totipermeante u omiperfusiva, penetra en el organismo y lo potencia. Galeno vino a distinguir entre pnéuma físico, psíquico y vital. En los pulmones, el aire sufre una transformación semejante a la experimentada por los alimentos en el hígado; pasando por la vena pulmonar llega al corazón; de allí: "las arterias del encéfalo, cuya dirección es ascendente, dejan escapar el pnéuma vital, perfectamente elaborado en la *rete mirabilis*", elemento anatómico este para el intercambio de calor, que sólo existe en los grandes mamíferos y que Galeno, equivocadamente, atribuyó al hombre. Prosigue: "Este pnéuma no atraviesa inmediatamente dicho plexo, sino que es detenido en todos sus verticuetos, errando a lo largo de sus circuitos, tan numerosos como variables, pues tiene que pasar largo tiempo para la cocción. Una vez elaborado y convertido en neuma psíquico, pasa inmediatamente a los ventrículos del encéfalo". Por cierto que no se agota en este párrafo la descripción galénica de las aventuras del pnéuma a través del cuerpo, ni los ejemplos fisiológicos en general.

Los entes teóricos –fluido vital, pnéuma, etc.– alternan con entes observables, y funciones elaboradas especulativamente (circulación del pnéuma) con funciones demostradas experimentalmente (paso del alimento desde el estómago al intestino delgado, circulación de la sangre en el cerebro). El pensamiento galénico no necesita corroborar cada paso, sino tener apo-

yatura empírica que le diera verosimilitud. Dado que la naturaleza es razonable –se identifica con la razón–, es lícito saltar pasos empíricos mediante deducción.

El pensamiento analógico integra al pensamiento científico a modo de *sugeridor* de hipótesis, pues por su misma estructura preconceptual –es parte del razonamiento simbólico– no es integrable a la razón más que como antecedente, que una vez hecha la enunciación conceptual habrá de ser contrastado. En su papel de sugeridor de hipótesis, el pensamiento analógico es sumamente fértil. Veamos un magnífico ejemplo galénico de este tipo *sui generis* de razonamiento: "El alimento es consumido por nuestro calor, como el aceite lo es por la llama. El ser vivo y la llama se apagan sin aire. Si pudiéramos saber porqué las llamas se apagan cuando se les priva de aire, quizás encontraríamos la utilidad que la respiración reporta al calor innato de los seres vivos".

Es de señalar que esta intuición anticipa un punto crucial en la historia de la química y de la fisiología moderna (descubrimiento del oxígeno para la primera, y de la combustión interna para la segunda). Contestar el enigma planteado, en el que unifica analógicamente la combustión de los cuerpos y la combustión interna del ser humano, sólo podrá hacerse cuando se funde la química moderna en la teoría del oxígeno. En ese momento la unificación de ambas combustiones se torna legal, basada en idénticas leyes y no en analogías.

Comparemos el pensamiento hipocrático con el galénico, en relación con los axiomas y las deducciones. En el contacto con la clínica los médicos hipocráticos, al llevar a cabo la minuciosa exploración del cuerpo de los pacientes, descubrieron una ausencia total de signos en algunos que, sin embargo, alegaban firmemente sentirse enfermos — bien fuera porque realmente no hubiera tales signos, o porque los signos debieran ser mediados por una teoría, todavía inexistente, que permitiese descubrirlos.

Cuando sucedía esto, los hipocráticos, que hicieron suyo el criterio absoluto de la "sensación del cuerpo", fuerzan la aparición de los signos sometiendo al organismo a pruebas de sobrecarga: "Así la medicina, ora fuerza al calor innato a disipar hacia afuera la pituita mediante alimentos y bebidas acres a fin de apoyar el juicio sobre la vista de algo, ora mediante paseos y carreras obliga al pnéuma a revelar aquello de que él es revelador".

Es decir, usan el *logos*, el razonamiento, pero *no lo aceptan como verdadero hasta establecer su contrastación empírica*.

Galeno, en cambio, lo usa sin contrastación ulterior: "Hay enfermedades del cuerpo que no pueden ser reconocidas por las sensaciones sino que necesitamos del *logos*, del razonamiento (...) examinar las partes que

escapan al diagnóstico de los sentidos (...) ser capaces de establecer diagnósticos de las enfermedades que escapan a nuestro sentido".

Metodológicamente, pues, existe también oposición en los paradigmas de Hipócrates y Galeno.

2.2 Revolución de la doctrina galénica. Durante aproximadamente catorce siglos, Galeno brindó una manera de enfocar el quehacer médico que puede calificarse sin temor de paradigmática. En parte, las mismas contradicciones internas de su método llevaron a la petrificación del sistema. Tales contradicciones, recordemos, se originaban ante todo en la oscilación permanente entre dar como verdadero sólo lo encontrado por experimento, y la verdad empírica que creía encontrar en sus deducciones lógicas — aunque algunos autores creen que esta apelación a la lógica, más que por motivos científicos reales, fue impulsada por moda intelectual entre los círculos aristocráticos romanos que formaban la clientela de Galeno, quien llegó a ser médico personal del emperador Marco Aurelio. Como fuere, las tendencias a la rigidez se acentuaron en los seguidores de su obra.

Lo que Galeno mismo expone en forma de duda: "Por lo que respecta al pnéuma psíquico, hemos comprobado con certeza que tiene su origen en el cerebro, y está nutrido gracias a la inspiración y el aporte de la rete mirabilis. En lo que se refiere al espíritu vital, la demostración no ha sido tan clara, aunque no parece improbable que esté contenido en el corazón y las arterias, y alimentado principalmente por la respiración. Y si existe también un espíritu natural, debe encontrarse en el hígado y las venas", dejando un amplio campo de investigación, *fue transformado por los galénicos en axiomas indudables e intocables.*

Los dos polos que solicitan al sistema galénico —la adhesión al método demostrativo axiomático y la intensa curiosidad por los hechos de la anatomía, la fisiología y la clínica— que lo llevan a expandir constantemente la base empírica de los razonamientos, hacen su fuerza y su debilidad.

La preponderancia del primero de los polos, el lógico, junto a un misticismo también latente en Galeno, va a llegar al estancamiento y petrificación de la medicina durante siglos. Pienso que este proceso es debido, no sólo a las contradicciones internas, sino a motivos externos. Ya fue señalado el uso cortesano de la lógica. Las modas del estoicismo y neoplatonismo campeaban en los círculos cultos del Imperio. Creo que es por el mismo motivo de impresionar a esos pacientes-aristócratas lo que hace decir a Galeno, "nunca he errado un diagnóstico". Sería una bravata conducente a reclutar fieles entre los romanos, pero que lleva a eliminar el pronóstico médico, tornando irrefutables —por acomodación *ad-hoc*— todas las hipótesis que expusiese. En contraposición a las historias clínicas de Hipócrates (cuarenta

y dos en total), de un ascetismo notable, en las que sigue la evolución de las enfermedades hasta su culminación en más de la mitad con la muerte del paciente –"he escrito lo anterior deliberadamente, porque creo que es valioso aprender de los experimentos que no tienen éxito y conocer las causas de sus fracasos", dice Hipócrates– Galeno dejó escritos pocos casos, en los que resalta su éxito profesional también con idéntica motivación de publicidad personal. Las causas externas pesaron más en Galeno que en Hipócrates, pues mientras el último escribe dentro de y para una comunidad médica, el primero expuso su obra, no a sus pares, sino al público en general, haciéndolo juez de ésta. Siguiendo esta vertiente, los médicos discursivos y dogmáticos ridiculizados por Moliere predominaron durante siglos.

También a consecuencia de causas externas –la superación del feudalismo– el resurgimiento de una comunidad científica llevó a una investigación minuciosa de disciplinas en las que unas son apoyatura empírica de las otras, para terminar integrándose en la clínica médica, a través de Malpighi, Harvey, o más modernamente Claude Bernard. Condujo así directamente a la medicina actual, que en este sentido bien puede reivindicarse como su continuación. Esos mismos motivos externos (sistema autoritario monárquico-teocrático del feudalismo), que inclinaron la balanza hacia el polo axiomático del galenismo, son los que condujeron al estancamiento de las ciencias del mundo clásico: física, biología, matemáticas, etcétera.

Hemos analizado así el paradigma de Galeno, su esquema de la medicina, la clínica, la teoría de las enfermedades, que permite pronóstico y tratamiento apoyada en múltiples disciplinas, algunas más básicas que otras, como cajas traslúcidas que es necesario investigar, destinadas a resolver un problema propuesto por la sociedad y aceptado por la comunidad científica médica: la curación de las enfermedades. Esto continúa hasta la actualidad. Y permite sostener la tesis primera, a saber: *las diferentes ciencias son disciplinas distintas, con su propio campo teórico, su propio método experimental, unificadas en torno a un campo de interrogantes que comparten*.

El método general, que también comparten estas disciplinas que integran una ciencia, fue ecléctico en Galeno y epígonos, para transformarse en el método hipotético-deductivista-experimental de la medicina actual. La madurez conquistada por la medicina, como teorías y método compartidos por una comunidad científica en la medicina hipocrática, se iría a perder en Galeno –la comunidad que aceptó el galenismo es resultado de la imposición dogmática de factores externos a la ciencia misma (misticismo, autoritarismo, etc.)– aunque sus conquistas teóricas y metodológicas van a pasar corregidas a una nueva maduración de esta vieja ciencia. Esta ocurre a mediados del siglo XIX.

Bibliografía

- Farrington, B., *Ciencia y filosofía en la antigüedad*, Barcelona, Ariel, 1983.
- Jaeger, W., *Paideia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1980. En la Red en varios repositorios, por ejemplo, <http://rapidshare.com/#!download|277|120422246|jaeger-paideia.zip|1039>, http://www.4shared.com/file/19074449/2f335903/Jaeger_Werner_-_PAIDEIA_Los_ideales_de_la_Cultura_Griega.html?s=1 y <http://www.accuratefiles.com/download/paideia-jaeger>
- Jones, W.H.S. y Withington, E.T., *Hippocrates, with an English Translation*, Londres, Loeb Classical Library, 1923-31. Disponible en la Red, en numerosas versiones.
- Laín Entralgo, P., *Historia de la medicina*, Barcelona, 1972, Tomo II.
- Littré, E., *Oeuvres completes d'Hippocrate, traduction nouvelle, avec le texte grec en regard*, París, 1839-1861, 10 vol.
- Mondolfo, R., *El pensamiento antiguo*, Buenos Aires, Losada, 1980.
- Sigerist, H.E., *A History of Medicine*, Nueva York, 1951, 2 vol.
- Singer, C., *Greek Biology and Greek Medicine*, Oxford, 1922.



Capítulo 10

La estructura teórica de la medicina y las ciencias sociales

1. Introducción

Desde hace muchos años, primero como estudiantes y luego como egresados, abrigábamos –junto con toda nuestra generación– serias reservas con respecto a los diseños curriculares tradicionales en medicina. Nuestra experiencia nos decía que la formación que habíamos recibido era insuficiente, con un contenido conceptual amplio pero inconexo; y que no nos había preparado como esperábamos para nuestra función específica: la de atender pacientes.

Ignorábamos que nuestro juicio negativo, a fines de los cincuenta, lo era sobre un período que visto retrospectivamente puede ser calificado como una de las épocas de oro de nuestra Facultad, la de Ciencias Médicas de la Universidad de Buenos Aires. Demasiado jóvenes, salvo el enciclopedismo que se nos exigía en cada examen final –y que era casi un estorbo cuando concurríamos a las guardias hospitalarias, o cuando atendíamos a nuestros primeros pacientes de consultorio– no vislumbrábamos los motivos de esa insuficiencia.

Ya entonces se nos decía que éramos demasiados, que la nuestra era una generación demasiado numerosa. El argumento se repetiría cada tanto, aunque fuera evidente que con mucho menos alumnos, como sucedió durante los años negros del proceso militar, los problemas crecían en vez de disminuir. Intuitivamente, y casi sin argumentos, en aquel momento pensábamos que la cuestión pasaba sobre qué y cómo enseñar. Que lo que introducía fallas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, no éramos nosotros, los alumnos.

Ya como profesores, reafirmamos esta creencia y participamos en numerosas experiencias docentes en distintos lugares del mundo, intentando paliar algunos de los inconvenientes que habíamos sufrido en carne propia.⁷⁹

⁷⁹ Lorenzano, C. J., *Crítica al modelo sociológico de medicina*, Manuscrito. Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de México, 1980; El Plan A36 de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, *Médico Moderno*, 1986. *Diseño curricular de la Facultad de Medicina. Universidad Maimónides*. Manuscrito. Bs. As; Katz, F.M. y Fulop, *Formación de personal de salud. Ejemplos de nuevos programas docentes*, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1978.

Supimos entonces que había motivos para pensar que las formas tradicionales de enseñanza de la medicina habían llegado a una crisis severa. No es que no haya sido buena. El tiempo la había erosionado, y revelado algunas insuficiencias que en un comienzo no fueron evidentes.

2. El modo tradicional de enseñanza. Su historia. Su crisis

Había corrido demasiada agua bajo los puentes desde que la Fundación Carnegie, preocupada por el estado de la enseñanza de la medicina en Estados Unidos, encargara a Abraham Flexner (1866-1959), un educador egresado de John Hopkins University y hermano de un investigador médico del Instituto Rockefeller (del que después el mismo Abraham llegaría a ser Secretario), que hiciera un estudio acerca de cómo se enseñaba y cómo se aprendía en las escuelas de medicina de ese país – más de doscientas. Luego estudiaría las escuelas de medicina inglesas y alemanas. Las conclusiones a las que Flexner llegó sobre los EE.UU., publicadas en 1910 tras una investigación exhaustiva, eran desoladoras. Pocos centros de estudios tomaban los recaudos necesarios como para formar médicos con los conocimientos mínimos que les permitieran ejercer su profesión sin riesgos para sus pacientes.⁸⁰



Abraham Flexner (1866-1959)

⁸⁰ Flexner, A., *Medical education in the United States and Canada. A report to the Carnegie Foundation for the advancement of teaching*, Bulletin No. 4, Boston, Updyke, 1910, en la Red en http://www.carnegiefoundation.org/elibrary/docs/flexner_report.pdf y en <http://books.google.com/books?id=lxgTAAAYAAJ&dq> ; Bonner, Th. N., *Iconoclast: Abraham Flexner and a Life in Learning*. Johns Hopkins Univ. Press, 2002; Beck, A. H., "The Flexner Report and the Standardization of American Medical Education", *Student JAMA* 291: 2139-40, 2004, en la Red en <http://jama.ama-assn.org/cgi/content/full/291/17/2139>

A fin de remediar este estado de cosas, Flexner propuso uniformar los diseños curriculares de las facultades de medicina, tomando como modelo el que se desarrollaba en el Hospital John Hopkins. Al hacerlo, intentó asentar firmemente el conocimiento que emplea el médico en su práctica cotidiana en *ciencias básicas*, sustentadas en el estudio exploratorio y experimental del organismo humano u animal.

El estudio de la medicina debía consistir en una sucesión ordenada de escalones, cada uno de los cuales se apoyaba en los anteriores, y que antecedian a las disciplinas destinadas al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades — las diversas clínicas y terapéuticas.

Dichos escalones se encontraban dispuestos de tal manera que se pasaba del estudio de:

1. la *forma* del organismo normal, de las que se ocupan la *anatomía* y la *histología*, para continuar luego con:
2. la *función* de los órganos, objeto de estudio de la *fisiología*; pasando a renglón seguido a considerar:
3. las *alteraciones* en su funcionamiento –*fisiopatología*, *anatomía patológica*– y además:
4. las *manifestaciones* de dichas alteraciones, tanto al examen del paciente, como en lo que éste relata –*semiología*–.

Constituyen en su conjunto el *núcleo de las ciencias básicas* en las que se apoya el último escalón del saber médico, la *clínica*, disciplina que estudia a las enfermedades propiamente dichas.⁸¹

Como luego veremos, la propuesta tuvo la clarividencia y enorme perspicacia de hacer coincidir la estructura de la enseñanza con lo que la epistemología revelaría como la estructura teórica de la medicina... dentro de ciertos límites. Es sencillo reconocer este esquema de enseñanza. Nosotros, nuestros padres y aun una generación anterior nos hemos formado siguiéndolo.

Si había sido tan efectivo, ¿cómo era posible que fuera el responsable de la inadecuada preparación de los estudiantes de medicina? ¿Cómo era posible que fuera culpable de causar los mismos males para cuya solución había sido concebido? Faltaría andar un largo trecho, para que sus falencias pedagógicas –y epistemológicas– fueran puestas en evidencia.

Paradójicamente, es el descomunal avance en el conocimiento médico –producto del modelo de medicina que propone, de su éxito– el que primeramente lo erosiona. Concebido para formar un médico que supiera todo de

⁸¹ Me refiero con el término *clínica* tanto a la clínica médica como a la quirúrgica.

todo, la cuantía de conocimiento en crecimiento exponencial ahora torna su asimilación una ilusión imposible por parte de nuestros estudiantes.

La respuesta ante el problema se articuló recién en el posgrado, con el surgimiento de las especialidades médicas, pensando que sólo la fragmentación del cuerpo profesional originariamente homogéneo permitiría acceder a un conocimiento parcelar pero profundo de las enfermedades. Por desdicha, se pierde en el camino la visión integral del paciente.

Y ello ocurre sin un replanteo de la formación del médico en los años de grado, y sin que se renuncie al mismo tiempo a los programas enciclopédicos. Se pone a los alumnos frente a exigencias desmesuradas, sin enseñárseles cuáles de los conocimientos impartidos son básicos y cuáles accesorios o de uso excepcional, a la hora de ejercer la profesión.

Todavía hay quienes creen –contra toda evidencia– que es posible persistir en el mismo camino para formar médicos de excelencia, apelando al simple expediente de dar más de lo mismo, más exigencia, más horas de estudio ... sin un replanteo de qué médico se debe formar y cuáles son los conocimientos que debe poseer. Como si los estudiantes no aprendieran los contenidos programáticos, no por desmesurados e inadecuados, sino porque no le dedican suficiente tiempo.

El divorcio entre los contenidos de los programas aprendidos en la facultad y el posterior ejercicio profesional permite apreciar otro punto conflictivo del programa del John Hopkins, y que proviene de su misma estructura: la división entre ciencias básicas en los primeros años y disciplinas clínicas en los últimos. La separación tajante dificulta ver la íntima relación que existe entre ellos, y muestra a las materias básicas como un obstáculo interpuesto entre el estudiante y su ansiada práctica médica. Surte el efecto contrario al buscado. En vez de médicos con un conocimiento sólidamente engarzado en la ciencia experimental, promueve una conciencia profesional eminentemente práctica que descuida los aspectos teóricos, científicos, de la propia disciplina.

Este inconveniente proviene del núcleo de la concepción tradicional. Y tiene hondas consecuencias en el aspecto *docente*. Si lo que se intenta es formar un médico que supiera todo de todo, la selección del cuerpo docente y la planificación de lo que sucede en el interior de cada materia son de una sencillez suprema: se trata simplemente de elegir al mejor conocedor del tema para que enseñe todo lo que sabe.

Por eso mismo, se enseñó durante años *toda* la anatomía que saben los anatomistas, *toda* la fisiología de los fisiólogos, *toda* la histología que conocen los expertos en estas y otras materias básicas. Como si en vez de formar médicos se formaran investigadores básicos. No se pensó en recortar los contenidos, adoptando aquellos que son funcionales a un perfil pro-

fesional analizado y aceptado. Ni en que los profesores coordinen esfuerzos para lograr objetivos que excedan a los de sus cátedras.

Y, finalmente, fue necesario un enorme avance en el conocimiento de la sociedad y de sus relaciones con el proceso de salud y enfermedad, para que se percibiera que el programa del John Hopkins dejaba un deslucido lugar a los factores psicológicos y sociales en el origen, evolución y resolución de las enfermedades. Relegados a materias aisladas hacia el final de la carrera, no eran percibidos como básicos para el conocimiento médico.

Fue necesaria una teoría de la salud y la enfermedad que se le enfrentara para que sus limitaciones se hicieran evidentes. Para que el tiempo, y el desarrollo teórico transformaran un programa brillante –que guió la enseñanza y las investigaciones médicas durante generaciones con un éxito enorme– en un error.

Al igual que en la evolución biológica, el tiempo y el desarrollo hacen del conocimiento especies que pasan de la expansión a la extinción, del éxito frente a otras especies, a errores que comprometen la supervivencia. ¿Se trataba acaso de una ceguera teórica, de fallas inexcusables por parte de Flexner?

Quizás no. Presa de su época, resolvió –de la mejor manera para su tiempo– las viejas tensiones entre el conocimiento médico y su organización didáctica, entre medicina orgánica y medicina social.

Este capítulo intenta ser una contribución al análisis acerca de la medicina, su estructura teórica, sus fines y su enseñanza, tomando en cuenta –de la misma manera que lo hizo Flexner en su tiempo– el estado del conocimiento médico de la época y su examen por la epistemología contemporánea. Ambos han cambiado lo suficiente desde 1913 como para que haya llegado la hora de su revisión.

Para ello analizaremos sucesivamente:

1. los estudios epistemológicos del conocimiento médico, a fin de sopesar allí, en el núcleo de su estructura teórica, la razonabilidad del enfoque biológico de la enfermedad;
2. los motivos de la crisis de la concepción tradicional, biológica de la medicina, proveniente del desarrollo exitoso de su programa de investigación, en sus sitios paradigmáticos de aplicación;
3. la teoría médica que se le contrapone, y al hacerlo pone de relieve sus limitaciones: la teoría social de la enfermedad;
4. los orígenes de ambas concepciones –biológica y social– en prácticas médicas distintas;

5. las consecuencias de la aceptación de lo social en la estructura teórica de la medicina.

Al finalizar nuestro análisis, habrá de ser evidente tanto la razonabilidad de la concepción biológica de la enfermedad, como la profunda modificación de las teorías médicas bajo la influencia de la concepción social de la medicina; la manera en que se integra –y con ella la de las ciencias sociales– a las teorías médicas clásicas, y el peso que adquiere en el diseño de carreras de medicina actualizadas.

3. La estructura teórica de la medicina

En este apartado me referiré a la estructura conceptual de la medicina. Tomaré como base para mis análisis el conocimiento médico aceptado con unanimidad por la comunidad de investigadores y docentes de la medicina, que fundamentalmente se localiza en libros básicos de texto. Allí se encuentra la síntesis de la labor de innumerables investigaciones que han pasado por el cedazo de la discusión en revistas y publicaciones periódicas: el cuerpo teórico, conceptual de la medicina.

En este contexto no me referiré a la medicina que ejercen los médicos. Aunque se basa en el conocimiento conceptual anteriormente mencionado, no es idéntico a él. Es una *práctica* destinada a identificar y tratar enfermedades en pacientes concretos, que se realiza mediante recursos de *ciencia aplicada* –al hacer diagnósticos– o de *tecnología* – al modificar estados indeseables de la naturaleza, las enfermedades. No se trata de una ciencia, sino de una práctica basada en un conocimiento científico.⁸²

Comenzaremos nuestro análisis haciendo notar que este gran conjunto de saber médico no es homogéneo, y que para su mejor comprensión debe ser dividido en tres grandes campos de conocimiento, cada cual con sus propios fines, sus propias reglas de constitución, y sus propias leyes y teorías.

La medicina, que nace alrededor de problemas hondamente sentidos por las sociedades humanas –los que abre la presencia de las enfermedades en su seno– al responder, lo hace fragmentándolo en tres grandes interrogantes que dan origen a tres instancias diferenciadas –aunque interrelacionadas– de respuestas.

⁸² La distinción entre *ciencia* y *práctica basada en una ciencia* de la epistemología moderna, que nos lleva a separar los escritos médicos de la práctica médica –y analizarlos separadamente–, es coherente con la más antigua tradición médica. Nunca hubo dudas de que el conocimiento médico se encontraba en el *Corpus* hipocrático, y no en lo que hacía tal o cual médico.

El primero de esos problemas, *qué es la enfermedad*, se responde mediante teorías específicas, a la manera en que lo hacen otros interrogantes en otras disciplinas, tales como ¿qué es el calor? o ¿qué es el movimiento? — origen de sucesivas teorías en la historia de la física; y se encuentran en *los escritos clínicos*.

El segundo, *cómo el hombre se enferma*, da lugar a *las teorías etiológicas*.

El tercero, *cómo intervenir para restaurar la salud*, es como habíamos dicho, central a la práctica médica, y se contesta desde *la terapéutica*.

Los tres problemas originan investigaciones científicas para elaborar su conocimiento específico, de índole básica las dos primeras, y naturalmente, tecnológica el último. Presentan distinto grado de avance en sus logros. Sólo la respuesta al primero se halla lo suficientemente desarrollada como para encontrársela en un *nivel teórico* similar al de otras ciencias, por lo que llamaremos a su organización conceptual *estructura teórica de la enfermedad*.

En cuando a los otros dos, apenas sabemos cómo se enferma, más allá de algunas correlaciones entre determinadas situaciones previas y la aparición de estados patológicos concretos, pero sin haberse avanzado demasiado en los *mecanismos* por los cuales ocurre. Y sabemos que una correlación es ciencia, pero que todavía no ha llegado a su nivel teórico. Y si consideramos a la *terapéutica*, vemos que históricamente ha consistido en hallazgos más o menos casuales de correlaciones empíricas entre la administración de cierto medicamento, y la obtención de tal o cual resultado. Recién en los últimos tiempos sabemos de una terapéutica racional, basada en el conocimiento íntimo de la enfermedad, una terapéutica basada en la fisiopatología, y no en una simple empiria.

3.1. Qué es una teoría científica. A continuación expondré sintéticamente la manera en que se encuentra estructurada una teoría científica, según lo especifican las investigaciones epistemológicas actuales. Pasaré luego a analizar con estas herramientas teóricas el núcleo central del conocimiento médico, contenido en los escritos clínicos

Lo haré desde una versión muy simplificada de la concepción estructural de las teorías de Sneed, Stegmüller y Moulines.⁸³ Según estos auto-

⁸³ Sneed, Joseph, *The logical structure of mathematical physics*, USA, Dordrecht, 1971; Stegmüller, Wolfgang, *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983. Moulines, C. Ulises, *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza Universidad, 1982.

res, una teoría puede caracterizarse como un *armazón conceptual* de dos niveles relacionados entre sí.⁸⁴

En el primero se describen los fenómenos que se intentan explicar. Los filósofos tradicionales de la ciencia lo llaman nivel *observacional* o *empírico*, para indicar que el lenguaje que allí se emplea utiliza únicamente términos que nombran cosas o relaciones *directamente* observables. Lo oponen a lenguaje *teórico*, con el que se nombran relaciones o cosas *no observables de manera directa*. Estos dos lenguajes caracterizan a los dos niveles.

Las conocidas dificultades para encontrar una observabilidad directa, que no dependiera de alguna teoría –aunque fuera muy sencilla– llevó a la concepción estructural a renunciar a hablar de nivel observable. Simplemente constata que, en ciencia, toda descripción se hace desde una teoría, *necesariamente* otra y distinta a aquella que va a explicar el fenómeno.

Por ejemplo, al considerar a una ciencia como la astronomía, sabemos que habla de los astros y sus movimientos en el cielo y de la explicación de este fenómeno.

Es cierto que tanto el firmamento como los astros son observables. Pero no es esto lo que entra en la ciencia, sino la *descripción* de los movimientos –circular y uniforme en el caso del sol y las estrellas, más compleja, con cambios y aceleraciones en el caso de los planetas– que se realiza trazándolos sobre un plano, el mapa celeste. Pasamos de puntos de luz que se desplazan en el cielo –lo que efectivamente observamos– a coordenadas, medidas, figuras geométricas, etc., empleando el lenguaje –y los conocimientos– de una teoría distinta a la astronómica: en este caso la geometría euclídea.

Para la concepción estructural, este nivel en el que todavía no aparece el lenguaje propio de la teoría astronómica es *no-teórico* con respecto a la astronomía, *aunque sea teórico para la geometría*.

El *segundo nivel* de una teoría científica, más profundo, más alejado de los fenómenos, es el plano *teórico*, formulado en el lenguaje propio de la teoría.⁸⁵

Siguiendo con el ejemplo de la astronomía, para explicar el movimiento de los astros se propuso en la antigüedad una teoría, la de Pto-

⁸⁴ En realidad, para la concepción estructural se trata de al menos dos clases distintas de *modelos*. Para la epistemología tradicional, la expresión que hacía referencia a dos niveles, lo era de *enunciados*.

⁸⁵ En la concepción más tradicional de la filosofía de la ciencia se definía lo teórico –en oposición a lo empírico– como aquello que no se observa. Los ejemplos más utilizados eran los que mencionaban a los átomos, las valencias, fuerzas, etc. Eran observables sus efectos, pero no ellos mismos. En la concepción estructural, la oposición no es ya teórico-empírico, sino teórico-co-no teórico, según pertenezcan o no a la teoría que se está considerando. Pasa de ser una definición en cuanto a la observabilidad, a evaluar el rol que juega dentro de una teoría.

meo. Esta lo explicaba apelando a la combinación de movimientos de esferas imperceptibles, que al girar movían con ellas a los astros. Posteriormente Copérnico y luego Galileo pensaron –y nos convencieron a su vez– que la explicación correcta pasa por considerar que los planetas giran alrededor del Sol, y la Tierra, uno más de ellos, giraba también sobre sí misma.

Se trata de niveles teóricos distintos, en dos teorías diferentes, para explicar un mismo plano empírico, el transcurrir de los cuerpos celestes por el firmamento.

Pues bien. Una teoría científica es la unión indisoluble entre ambos niveles.⁸⁶ En la concepción más tradicional de la ciencia, se piensa que la teoría propiamente dicha es sólo el plano teórico.

Para la concepción estructural, el plano más apegado a la experiencia, más básico –el nivel empírico y observacional de las epistemologías anteriores– es indispensable para saber de qué habla la teoría, y es parte integrante de la misma: inseparable, insustituible. Sin él, cualquier análisis de la ciencia es incompleto.

En cierto sentido reivindica, frente a tantas manifestaciones acerca de la carga teórica de los hechos, frente a tanta desviación del conocimiento hacia lo teórico, la carga aplicativa, la carga "empírica" de la teoría. Simple consecuencia, ello, de pensar que toda teoría se construye para interpretar determinado rango de fenómenos que son independientes de la teoría en cuestión, y que son leídos a través de otra teoría anterior, más básica.

3.2. Qué es una teoría médica. En consecuencia, vamos a considerar *teorías específicamente médicas a aquellas construcciones conceptuales de dos niveles*, uno menos alejado de las observaciones cotidianas y otro más profundo que lo explique, *destinadas a responder a la pregunta "qué es la enfermedad"*.

Las vamos a encontrar, como hemos dicho, en los escritos, libros y artículos de la clínica médica.

Para comprender mejor cuáles son estos dos planos conceptuales, sugiero retroceder algunos años, hasta 1847, cuando Rudolf Virchow inicia la publicación de los Archivos para Anatomía Patológica, Fisiología y Medicina Clínica. En este punto comienza la medicina científica actual, iniciándose un programa de investigación sumamente fértil, que continúa en nuestros días. Virchow presentaba en su revista artículos de investigación que engarzan a la Clínica Médica y a la Anatomía Patológica con la Fisiopatología, disciplina que considera central en la medicina.

⁸⁶ Recordemos que para la concepción estructural, se trata de dos clases de modelos, una que es una expansión teórica de la otra.

En sus propias palabras, las dos primeras –clínica y anatomía patológica– son puramente descriptivas –empíricas, siguiendo la terminología que usáramos antes– y la última –fisiopatología– es el puente que las une. Este puente fisiopatológico explica, con las modificaciones profundas en el funcionamiento del organismo que resultan menos directamente observable que los anteriores, los signos y síntomas que presenta el paciente.

Reconocemos en la propuesta de Virchow, apenas nos lo proponemos, los dos niveles, los dos planos de los que nos habla la concepción estructural de las teorías. El primero, el más cercano, el más próximo a nuestra experiencia, está formado por los signos y síntomas cuyas combinaciones de distinta índole constituyen las manifestaciones de las enfermedades que estudia la clínica médica.

Sabemos, al igual que sucede en la astronomía, que aunque sea un plano con algún grado de observabilidad, su descripción no es directa, sino que se realiza a través de una disciplina especial, originada en los comienzos de la medicina con Hipócrates, la semiología. Ella nos enseña a discernir, entre los múltiples, variados aspectos que presentan los pacientes, cuáles son signos de enfermedad, y cuáles son sus características específicas.

Las teorías descriptivas, al ser más completas y complejas que las descripciones del saber común, reorganizan a la percepción y la hacen más precisa, más discriminada, enseñándonos a ver aspectos inadvertidos de los fenómenos.

Es necesario un entrenamiento especial para percibir lo que perciben los médicos: para ver en una mancha de la piel una erupción morbiliforme, signo de sarampión, o para reconocer que una célula o un tejido han experimentado transformaciones de cierto tipo.

Los signos de la semiología abarcan también a lo que se observa a través de aparatos que expanden los sentidos: microscopios, rayos X, electrocardiógrafos, etc., alejándose cada vez más de la observabilidad directa, ingenua, que suponía la epistemología anterior, de corte neopositivista.

Si aceptamos que el nivel *no teórico* o "*empírico*" de la medicina lo constituyen los signos y síntomas de la enfermedad tal como se presenta en la clínica médica, descriptos a partir de la semiología, podremos ver a continuación que el plano *teórico*, aquel que explica al plano anterior, es – desde que lo propusiera Virchow– el que corresponde a los cambios fisiopatológicos que se le asocian. Una teoría médica estaría constituida, entonces, por la unión de ambos planos: el que forman los signos y síntomas de cada enfermedad tal como la explicita la clínica médica, y los trastornos que define la fisiopatología.

En esquema:

cambios fisiopatológicos →→→→ signos y síntomas

La pluralidad de flechas quiere indicar su sólida unión. Lo más profundo –o teórico– explica lo más superficial, lo más aparente –o empírico–, como en cualquier ciencia.

Falta un elemento más, tanto en nuestro análisis de las teorías científicas como en la exposición que recién hicimos de la medicina. Falta hablar de las leyes científicas, que en la concepción estructural de las teorías unifican –contienen– en su formulación los elementos y relaciones que existen en ambos planos.

Sabemos lo que son las leyes: enunciados por medio de los cuales se conoce cómo evoluciona el *sistema* integrado por los *elementos* que se encuentran en cada plano, y las *relaciones* que entablan entre ellos, si los elementos o relaciones cambian.⁸⁷ Por ejemplo, mediante las leyes podremos conocer que si tal planeta está en cierto momento en determinado sitio del mapa celeste, en otro momento dado estará en otro sitio previsto por la teoría, siendo el tiempo y el lugar los elementos de la teoría que varían.

Las leyes permiten, habitualmente, *predecir*. ¿Existirá algo parecido a leyes en la medicina? ¿Predecirán los médicos?

Recordemos que ya Hipócrates había dicho: "Si el conjunto de signos que presenta el enfermo es el que ahora te describo, tú, médico, sin equivocarte, podrás decir que el futuro de ese enfermo será tal o cual." Hablaba del *pronóstico* médico, el elemento que faltaba en nuestro análisis, y que es funcionalmente equivalente a la predicción científica.

Incidentalmente, recordemos que las historias clínicas registradas por Hipócrates terminan muy a menudo en la muerte de los pacientes. Hipócrates separa, al igual que nosotros, el saber médico de sus posibilidades de intervenir con éxito en la enfermedad. Como hombre de ciencia, como cualquier hombre de ciencia, le basta con predecir.

Completemos entonces nuestro esquema de las teorías médicas:

fisiopatología →→→→ signos y síntomas →→→→ evolución predecible

Precisemos aun más. *Consideremos a cada enfermedad una teoría médica*. Ocurre en un organismo determinado, y exhibe ciertos signos y síntomas conjuntamente con cambios en sus órganos profundos –anatomía patológica– y en su funcionamiento –fisiopatología– específicos. Las leyes que predicen su evolución coinciden con el pronóstico médico, en el que se prevén varios cursos alternativos posibles..

⁸⁷ Efectivamente, podemos definir un sistema como un conjunto formado por elementos y relaciones entre los elementos.

Se responde así a qué es cada enfermedad –qué es el sarampión, y qué es la diabetes– en lo que tienen de propio y específico. Por supuesto siguiendo el gran esquema general que esbozáramos anteriormente.

El conjunto de las teorías médicas así entendidas conforman el *núcleo* de la medicina como ciencia. Y podrían ser vertidas con poco esfuerzo en el lenguaje formal, más preciso, de la concepción estructural de las teorías, de la que brindamos una resumida versión informal.

Siendo el centro mismo de la ciencia médica, resulta nítido que debe asignárseles una importancia asimismo central en cualquier plan de estudios. La *semiología*, que describe los signos y síntomas de las diversas enfermedades que el médico recoge en su examen e interrogatorio del paciente; la *anatomía patológica*, que describe los cambios en los órganos del paciente, casi siempre de acceso imposible para la inspección directa; la *fisiopatología*, que narra las alteraciones profundas en el funcionamiento de los órganos; y finalmente, la *clínica médica*, que unifica estos elementos –y justifica que llamemos a las teorías médicas, *teorías clínicas*–, que brinda los elementos para elaborar el *pronóstico*, son la llave maestra del conocimiento médico, y de un diseño curricular racional.

Si aquí se encuentra la medicina, ¿para qué enseñar el resto de materias que se enseñan en las facultades de medicina, entre ellas, y fundamentalmente, las que se denominan *asignaturas de ciencias básicas*?

Dicho de otra manera ¿integran la estructura teórica de la medicina las otras materias? Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo lo hacen?

Volvamos en busca de respuestas a los análisis epistemológicos. Ellos nos dicen que toda estructura teórica se encuentra conectada con otros cuerpos teóricos sin los cuales su construcción es imposible.

En la teoría planetaria de Copérnico-Galileo-Newton, esos cuerpos teóricos provienen de las matemáticas. Sin la geometría de Euclides, o los cálculos de diferenciales e integrales, no podrían siquiera expresarse.

Son el conocimiento *presupuesto* de la teoría planetaria. Pues bien, *las ciencias básicas son los conocimientos presupuestos de las teorías médicas*, sin los cuales no existirían ni los síndromes clínicos, ni la anatomía patológica, ni la fisiopatología.

Habíamos visto que la semiología aporta, tal como lo hace la geometría euclidea, los elementos para encuadrar teóricamente la descripción de lo observable. Es en este sentido lo *presupuesto* de la clínica, y es indispensable para su construcción. Lo mismo sucede a la anatomía con respecto a la anatomía patológica.

Si consideramos a la fisiopatología, la situación es más compleja, pues la anteceden, para comprenderla, una multitud de disciplinas presu-

puestas que desarrollan investigadores con intereses médicos: anatomía, histología, fisiología, bioquímica, física biológica, química biológica, etcétera.

El sistema teórico a partir del cual se construyen las teorías médicas –formado por sus teorías presupuestas– se pone de manifiesto si consideramos que es imposible hablar de placas de ateroma en un paciente que sufre de un intenso dolor precordial –en un presunto infarto de miocardio– si no conocemos previamente que existen cosas tales como corazón, arterias, tejido muscular diferenciado en el corazón, transporte de oxígeno por los glóbulos rojos, etcétera. Resulta claro ahora el papel de las ciencias básicas en el saber médico, y su inserción en la estructura teórica de la medicina. *Son su conocimiento presupuesto.*

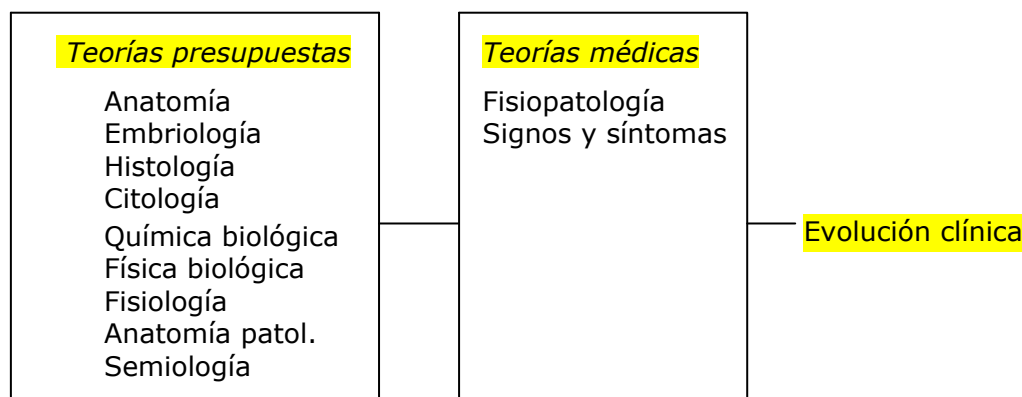
Por eso se estudian, por eso son indispensables en la formación de médicos científicamente formados. Sin ellas, la clínica resultaría incomprendible, y devendría un conjunto de correlaciones empíricas — una ciencia apenas descriptiva, al decir de Virchow. Pobre sustento para una práctica terapéutica que intente superar la simple empiria.

Sin ellas, la medicina retrocedería dos mil quinientos años. ¡A la época de Hipócrates!

Decir que son presupuestas, no implica asignarles un lugar secundario en la enseñanza. Simplemente marca el sitio de su inserción en la estructura teórica de la medicina. Y exhibe nítidamente que, salvo que la finalidad de la enseñanza sea la formación de anatomistas, fisiólogos, bioquímicos o histólogos –y no de médicos generales–, la cantidad de conocimientos que de ellas se imparta, debe ser la necesaria para comprender las teorías clínicas propiamente dichas.

La complejidad del saber médico se refleja en la multitud de disciplinas necesarias para construir sus teorías específicas. Mayor, quizás, que en otras ciencias. El que no sean estudiadas desde ninguna otra disciplina científica, ni física, ni química, ni biología, marcan su carácter científico independiente: la sitúan como una ciencia más entre el conjunto de las ciencias. Carece de importancia, a la hora de considerar su independencia epistémica, que se basen a su vez en otras disciplinas, presuponiéndolas. Tienen problemáticas propias –ligadas a la pérdida de la salud– que son investigadas por comunidades científicas independientes, para satisfacer necesidades derivadas de las teorías médicas que mencionáramos. La física, o la astronomía, como hemos visto, presuponen a las matemáticas, sin dejar de tener por ello un desarrollo autónomo, ni reducirse al mero cálculo formal, sustentadas por sus propias problemáticas y sus propias teorías.

Forman en conjunto una *red teórica* de disciplinas que se apoyan y se presuponen, cuya forma simplificaremos en el siguiente esquema:



4. El modelo biológico de medicina. Racionalidad y limitaciones

Comprendemos ahora la profunda racionalidad epistemológica de los diseños curriculares de medicina tradicionales, inspirados en el modelo del hospital John Hopkins. Las teorías médicas son las propias de la clínica, y se apoyan, como lo estipula el plan de estudios de Flexner, en sus disciplinas presupuestas, las ciencias básicas biomédicas. La comprensión de la clínica presupone el aprendizaje previo de estas.

Por fuera de este esquema teórico, se encuentra la terapéutica, a la que no analizaremos. Con él se construyó la medicina que hoy tenemos, con sus virtudes y sus defectos. Apoyada en un *método docente* originado, casi diríamos sin exagerar, en los tiempos de Hipócrates, que se basa en la transmisión directa del conocimiento, en pequeños grupos, de maestro a discípulos.

¿Porqué, entonces, si su racionalidad se encuentra fundada en su estructura teórica, comienzan a surgir voces que la califican de bióloga, solicitando que se incluyan disciplinas sociales entre las ramas básicas de la medicina, y cuestionan su enseñanza, tan eficaz –o no– durante años?

¿Cómo era posible que una estructura teórica tan bien armada presentara fallas?

Porque ningún conocimiento se encuentra acabado por completo, cerrado de una vez para siempre. Necesita evolucionar. Y en su desarrollo va acumulando éxitos, pero al mismo tiempo se perciben fisuras que en un principio pasan desapercibidas y ante las cuales cualquier teoría debe mutar, reacomodarse, o ser reemplazada.⁸⁸

⁸⁸ Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, F.C.E., 1971. En esta obra, fundamental para la epistemología contemporánea, aprendimos a considerar a las teorías científicas –paradigmas, en su terminología– como entidades que evolucionan en el tiempo, y que al hacerlo guían durante largos períodos de tiempo las investigaciones que se efectúan dentro de sus marcos conceptuales. Las teorías tienen, como todas las actividades culturales, un pe-

La epistemología contemporánea, que había justificado tan bien a la estructura teórica tradicional, permitiría entender la causa de los cuestionamientos, que se extienden también a lo docente.⁸⁹ En la epistemología tradicional se pensaba que el conocimiento era universalmente válido. *En la actualidad se piensa que la adecuación que mantiene con la realidad es fragmentada, por parcelas, con múltiples aplicaciones a distintos ámbitos.* En algunas de ellas es plenamente exitosa, mientras que en otras se aplica con dificultades, e incluso en otras es imposible hacerlo.

Son precisamente estas características las que explican tanto los avances dentro de la ciencia, como los cambios de teorías. Las dificultades resueltas se traducen en los mejores logros, mientras que la imposibilidad de resolverlas, cuando se acumulan, provocan una crisis de la teoría que se emplea y la necesidad de su reemplazo, o de su reacomodo.

En honor a la verdad, es necesario decir que difícilmente se vean los puntos débiles de una teoría si se toman en cuenta únicamente sus aplicaciones exitosas. Es en aquello que debiera explicar y no explica –sus aplicaciones frustradas– donde se advierten sus flaquezas, sus límites. Agreguemos que los problemas que presenta son más evidentes si existe una teoría alternativa que se le opone, y discute sus fracasos, sus aplicaciones incorrectas.⁹⁰

Pues bien. El modelo exclusivamente biológico de la medicina posee ámbitos de aplicación en los cuales su adecuación con los fenómenos que explica es casi perfecta, y en los cuales no necesita otras herramientas conceptuales que las de su propia teoría: los laboratorios de investigación y los hospitales. Nace como ciencia precisamente en esos lugares, que dan a luz respectivamente a las ciencias básicas y a las teorías clínicas.

En ellos explica a satisfacción los fenómenos de salud y enfermedad, y al hacerlo muestra su eficacia. Es decir, su corrección científica.

No es desde este costado aplicativo de las teorías médicas de donde van surgir los cuestionamientos. No desde los hospitales o los laboratorios.

Por lo contrario, allí se detecta un ajuste cada vez mejor de toda la estructura teórica. Cada avance de las ciencias básicas redunda en una me-

ríodo de expansión, otro de crisis, y finalmente son reemplazadas por otra. Entendemos que la concepción de la medicina que se inicia con Virchow es un *paradigma* que se encuentra en un período de crisis, ante la cual debe experimentar reacomodos o ser abandonado.

⁸⁹ Nuevamente son los avances en epistemología los que permiten comprender tanto la racionalidad de la manera tradicional de enseñar, como sus falencias. Se refieren sobre todo a las maneras en que se enseña y aprende ciencia –según lo expone Thomas Kuhn– como a las modernas escuelas pedagógicas, que se apoyan en la epistemología genética de Jean Piaget. La discusión de estos puntos merecerían un ensayo separado.

⁹⁰ Lakatos, Imre, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974. De Lakatos aprendimos a valorar la función que cumple en el avance de la ciencia la existencia de teorías alternativas para visualizar los puntos débiles de otras teorías.

jor explicación de la clínica, y en la cristalización de una terapéutica racional, basada en la comprensión de los mecanismos profundos, fisiopatológicos de la enfermedad.

El círculo descripto confirma la corrección de las teorías médicas biológicas. Estas son sus zonas paradigmáticas –en el sentido kuhniano del término–, irrefutables, de aplicación, en las que su racionalidad se revela con toda la fuerza.⁹¹

El desbalance –el hiato, las fallas– se perciben desde otro contexto de aplicación de la medicina: desde el lado social de la enfermedad, cuando se observa su evolución por fuera de los hospitales o los laboratorios. Pocos médicos –un caso ejemplar en la Argentina fue Ramón Carrillo– desarrollan la percepción de la medicina desde ambos géneros de aplicaciones –social o asistencial– según se considere a la enfermedad desde los hospitales o en la comunidad por fuera de sus puertas.

Por lo común los médicos pertenecen a grupos profesionales distintos, el de investigadores y practicantes biológicos y clínicos por un lado, y el de sanitaristas por el otro. Curiosamente, el impulsor fundamental de la teoría biológica de la enfermedad a través de los *Archivos de Fisiopatología*, Virchow, es el iniciador de la visión social de la enfermedad.

Lo hizo cuando comprendió la insuficiencia de lo exclusivamente orgánico para entender a las enfermedades. Es un suceso simultáneo a la aparición de esa revista el que provoca el cambio. En ese momento estalló en la zona textil de Alta Silesia una epidemia de la que se dio en llamar "tifus del hambre". Virchow formó parte de una comisión que el gobierno berlinés nombró para estudiar la enfermedad. La fuerza de los hechos lo llevó a constatar, en el terreno de la epidemia, que ésta obedece a causas que son más de índole social que biológica.

En el informe que produjo atacó a la política gubernamental, a los grandes intereses, a la enseñanza –factores todos que considera culpables de la instalación y la continuidad de la epidemia– en defensa de los derechos sanitarios y sociales de los trabajadores textiles. Su convicción era tan profunda que, para defender estos puntos de vista, fundó otra revista de-

⁹¹ Se denominan aplicaciones paradigmáticas –aceptando junto con Thomas Kuhn que las teorías científicas tiene múltiples zonas de la realidad en las que se aplican–, aquellas primeras en las que tiene éxito en explicar lo que sucede, y que por eso mismo son un ejemplo de cómo se debieran continuar las investigaciones bajo el paradigma. Precisamente su desarrollo consiste en encontrar nuevas aplicaciones, nuevas zonas en las que sus explicaciones son correctas. Podemos ejemplificar con la teoría –paradigma– infeccioso de las enfermedades. Tenemos una primera aplicación exitosa debida a Koch, cuando establece que una enfermedad febril, la tuberculosis, es debida a un microorganismo específico, y que se deben cumplir ciertos recaudos para aceptar que así es –los principios de Koch–. Este es su caso paradigmático, y la expansión de la teoría consistió en encontrar que en otras enfermedades febriles se encuentran microorganismos que cumplen los postulados de Koch. Comprendemos ahora que el paradigma de Koch abrió caminos muy fértiles de investigación, que todavía son recorridos por los investigadores actuales.

nominada *La reforma de la medicina*, sin por ello renunciar a continuar editando los *Archivos*. Expresa en *La reforma* su visión social de la medicina, abogando entre otros temas por la creación de un Ministerio de Sanidad y la consecuente modificación de la enseñanza de la medicina.

El autoritarismo del Estado alemán le hizo pagar –con su empleo, su vivienda, y luego con el exilio– la integridad intelectual y ética con que encara a la salud pública. Volverá a su país siete años más tarde, con una enorme labor científica realizada en la Universidad de Wurzburg y el reconocimiento mundial. Continuará allí su labor científica, a la par de su labor como reformador social y sanitario. Ignoraba que los caminos que desbrozaba darían lugar a dos teorías contrapuestas de la medicina.

En su concepción, ambas podían desarrollarse sin conflicto: la medicina biológica era apta para asistir a pacientes individuales, la social para problemas de salud pública. La síntesis que realiza de ambas medicinas consiste en sostener que la primera es la verdadera teoría de la enfermedad, mientras que lo social incide en su *causa*. Dicho brevemente, *la enfermedad es un suceso biológico con causalidad social*.

El programa del John Hopkins recoge apenas muy parcialmente esta inquietud de Virchow, quien expresa que la medicina debía ser una ciencia social. A eso apunta en su revista cuando propicia la reforma de la enseñanza de la medicina.

Los médicos formados a la manera tradicional parecen no entender la perspectiva sanitarista que plantea Virchow. Si ellos conocen acabadamente su oficio, y la atención a los pacientes es por consiguiente buena, entonces ... todo está suficientemente bien en la salud pública.

Saben que en la sociedad hay pobreza e ignorancia, y que estas circunstancias limitan su acción curativa. Pero creen que son problemas que deben ser combatidos mediante educación pública y sanitaria, que caen por fuera de su responsabilidad directa. La búsqueda de soluciones les pertenecen a políticos, economistas, funcionarios gubernamentales, sanitaristas.

No piensan que puedan incidir en el proceso, al menos como médicos asistenciales, ni que la Facultad de Medicina deba instruirlos con nociones socioantropológicas para comprender la sociedad, imprescindibles para entender los componentes sociales de las enfermedades. Además, creen ver que sus pacientes enferman, evolucionan y curan de manera relativamente previsible, independientemente de su situación social, si ellos actúan correctamente. No conciben que, en el apotegma de Ramón Carrillo, "Solo sirven las conquistas científicas sobre la salud si estas son accesibles al pueblo". La prédica sanitarista, de carácter social, les suena vacía.

¿Cómo es posible que los médicos asistenciales, y los investigadores biomédicos no perciban el aspecto social de la enfermedad? Vamos a soste-

ner que esto se debe a algunas características de los lugares en los que se han formado y en los que posteriormente ejercen su profesión.

Los médicos tradicionales, que no perciben a los factores sociales, han sido formados y actúan primordialmente en los sitios en los que la teoría biológica de la enfermedad es plenamente exitosa, en laboratorios y hospitales. En ellos no se perciben los factores sociales. Ni es necesario tomarlos en cuenta para investigar o tratar pacientes.

Resulta más o menos evidente que en los laboratorios de investigación, en los que no se trata con seres humanos, no es necesario tomar en cuenta ningún factor social. No es necesaria una sociología, antropología o psicología de tejidos, virus, o enzimas.

No son tan evidentes los motivos por los cuales no se los percibe en los hospitales. Ensayemos la siguiente respuesta.

Cualquier factor se transforma en significativo, y por consiguiente se percibe cuando existen diferencias en su seno. De esta manera, percibimos y valoramos a los colores, pues su diversidad nos impacta. En realidad, hablamos de color cuando distinguimos a los distintos colores; cuando podemos hablar de azul, de rojo y de amarillo. Un mundo que fuera gris, no nos permitiría hablar de color, aunque sepamos que incluso el gris es un color. Es la experiencia de los daltónicos completos, que no sólo no ven el rojo, sino ningún color; viven en un universo gris. Lo último que descubre un daltónico completo es el color.

Paradójicamente, vamos a sostener que en los hospitales se da una situación similar. Que los factores sociales no aparecen como significativos por el simple motivo que en él *todos los pacientes aparecen como socialmente iguales*, independientemente de su origen social antes de su ingreso en la institución hospitalaria.

En la sociedad, existe una sociología, una antropología, porque existen diferencias sociales y culturales que mueven a investigarlas. Si las diferencias en la sociedad se expresan en la forma en la que los distintos grupos sociales viven, se alimentan, o se visten, es evidente que tales diferencias se encuentran borradas en el interior de los hospitales. Todos los factores que hacen a la conducta de los hombres se encuentran homogeneizados, igualados por las reglas que impone la institución. La finalidad es poner en la mejor situación higiénico-dietética a los pacientes. Eso se consigue. *Pero al mismo tiempo se borran las diferencias sociales y culturales.*

Los pacientes hospitalarios siguen perteneciendo a distintos grupos culturales, y esto es evidente para quienes los observen. Pero su comportamiento dentro del hospital es idéntico.

Se trata de una especie de diseño experimental cerrado, en el cual el paciente, sacado de su *habitat* natural, pasa a integrar un universo de reglas precisas, universalmente homogéneas, a cuyo seguimiento no puede - ni debe- escapar, ya que han sido formuladas de acuerdo a los esquemas teóricos médicos. Un universo médico.

En un diseño experimental se toman como relevantes sólo los factores que varían. Los que permanecen constantes pueden ser eliminados sin remordimientos de las teorías y leyes que lo rigen: no son atinentes al sistema en estudio.

Por ejemplo, el sistema planetario entero, con sus masas, fuerzas y movimientos -factores esenciales en la mecánica clásica- no entra en las fórmulas del movimiento del péndulo o la caída por un plano inclinado, pese a tratarse de otros modelos de aplicación de la misma teoría, porque es constante con respecto a todos los cuerpos en la tierra, a todos los péndulos, y a su respecto es, por lo tanto, prescindible. De la misma manera, tampoco entran, en la teoría acerca de la conducta de las ratitas en un laberinto, ni el material de las paredes del laberinto, ni su pintura, ni menos el guardapolvo del investigador, o el que éste sea hombre o mujer. Aunque existen, son irrelevantes.

Similarmente, la carga sociocultural que el paciente posee previamente a su ingreso al hospital es irrelevante para la teoría médica, puesto que en este diseño experimental cerrado, del que entra a formar parte con su internación, la homogeneidad de sus nuevas pautas de conducta las transforma de variables en *constantes* ajenas al curso de la enfermedad. *Este será en adelante exclusivamente biológico.*

Su homogeneidad hace que no se los perciba, por los motivos de índole psicológica que hacen a la dificultad que entraña distinguir lo uniforme y por razones que hacen a la situación casi experimental de los hospitales. En ellos se investigan y ponen a prueba las distintas postulaciones de la medicina. Pero la variabilidad en las enfermedades según el entorno socio-cultural, que es la mayor contribución del sanitarismo desde Virchow hasta nuestros días, resulta invisible en el ámbito de los hospitales. Y esto no por mala fe de los agentes de salud que participan en él, sino por motivos epistémicos que hacen a la misma organización de hospitales y laboratorios.

Resulta comprensible, entonces, que lo que se ha dado en llamar *modelo biológico* de la medicina sea la filosofía natural, espontánea, del investigador biomédico y del médico del hospital de alta tecnología. Tal formación biomédica está implícita además en los estudios de sus años de formación, que han seguido por lo general el modelo que Abraham Flexner propusiera en 1910 y luego (1912-1925) propugnara desde su cargo de Secretario General del Comité de Educación de la Rockefeller Foundation.

La situación es distinta en los consultorios, privados u hospitalarios. Los pacientes ya no viven en el ambiente artificial del hospital, sino en su medio natural. Aquí lo social vuelve a tener importancia en generar diferencias en las formas de enfermar y de curar.

Pero el fenómeno nuevamente no es percibido. Aunque ahora ello ocurre aun por otros motivos, asimismo de índole epistemológica. Es la *ausencia de conocimientos* sobre lo social, y sobre su influencia en la salud y la enfermedad, lo que lo impide. Generalmente estamos preparados para ver aquello que sabemos que existe, y dejamos de ver, o vemos incompletamente, aquello que desconocemos.

Existe un experimento típico en psicología que ilustra el fenómeno. Si a sujetos de experimentación se les muestra sucesivamente las cartas de un mazo de naipes –en el que se han introducido algunas cartas con figuras insólitas– muchos de ellos no las ven, aunque pasen ante su vista. La interpretación que se hace es que, al no tener expectativas de naipes nuevos, son incapaces de reconocerlos, y tienden a negar –inconscientemente– el testimonio de sus sentidos.

La razonabilidad del enfoque biológico de la enfermedad, de un enorme éxito en las investigaciones básicas, clínicas y terapéuticas, fruto de un programa de investigación epistemológicamente justificado, encuentra su límite en el mismo núcleo de sus aplicaciones más exitosas: los laboratorios de investigación y los hospitales. Porque sus mismas reglas, razones del éxito, inhiben la percepción de los factores sociales en el origen, el desarrollo, y la resolución de las enfermedades. Al no comprender el proceso de salud y enfermedad en su globalidad, deviene un freno al avance de la ciencia médica.

Aun más. Este enfoque biológico, ciego a lo social, se transfigura en una ideología extrema –que podríamos llamar *biologicismo*–, que pretende extender sus métodos al terreno de la medicina social. De esta manera, propone solucionar los problemas de la salud pública mediante más hospitales, más médicos, más medicamentos, y no –como lo vio claramente Virchow– mediante mejoras en las condiciones de vida de las poblaciones.

Andando el tiempo, iban a aparecer problemas dentro de la práctica hospitalaria misma, erosionando incluso en este nivel a la medicina clásica. Algunos de ellos son el hospitalismo, los altos costos derivados de una tecnología cada vez más refinada y compleja aplicada muchas veces a pacientes terminales, la iatrogenia casi inevitable dado lo delicado de las maniobras de diagnóstico y tratamiento... Muchos no pueden evitarse con el recurso de la huida hacia adelante, de "más de lo mismo": más tecnología, más especialización, costos en aumento.

También el hospital tradicional –al igual que la ciencia médica–sufre los embates del tiempo y da lugar a distintos intentos de solución. Sin embargo –una vez más– es por fuera de su estructura de donde provienen los mayores cuestionamientos. Sin duda eficaz en procesos severos –una minoría en la patología de la población–, su organización pesada, onerosa parece insuficiente para combatir el grueso de los problemas de salud, aunque se hayan fundado con esta intención.

El enorme salto en la caída en la mortalidad infantil, y la prolongación del promedio de vida se han debido, mayoritariamente, a una mejoría –guiada– de la alimentación, y del nivel de información de la población, acompañada de correctas medidas de prevención y de promoción de la salud; no tanto a la medicina de alta complejidad de los hospitales.

Si tendemos una mirada amplia sobre la medicina en general y los problemas sanitarios, sentimos que en este terreno se reproduce una discusión más amplia sobre las decisiones tecnológicas futuras. Se encuentra viva la disputa acerca de si lo correcto es continuar con los grandes centros industriales y tecnológicos, las fábricas enormes, o si el desarrollo más racional pasa por pequeñas unidades de tecnología flexible y adecuada.

Probablemente para la medicina la solución pase por una mezcla equilibrada de ambas propuestas. Probablemente lo más razonable en materia de centros asistenciales consista en apostar a la eficiencia de instituciones pequeñas, dotadas de los mayores adelantos, y con personal altamente capacitado. De dimensiones más humanas, más controlables. Quizás puedan cumplir las tareas asistenciales al mismo tiempo que las de prevención y de promoción de la salud, enraizadas en una comunidad que sea parte activa del proceso, no la materia inerte e ignorante –obediente– que presupone el gran hospital. En ellas se formarían los recursos humanos para la sanidad, y constituirían un adecuado banco de pruebas de las innovaciones médicas –a la manera de un laboratorio de las disciplinas clínicas– de una manera similar a la del hospital tradicional.

Pero dejemos de lado los problemas propios de la asistencia hospitalaria para iniciar nuestro análisis de estos factores centrales para la teoría y la práctica médica: la sociedad y las disciplinas científicas que la estudian.

5. Las ciencias sociales en medicina

Habíamos mencionado, como un elemento que desequilibra a la concepción biológica de la medicina, a la práctica profesional en los consultorios –privados u hospitalarios– debido a que en ellos no existe la uniformidad social de los pacientes hospitalarios. La enorme diversidad sociocultural,

que se ocultaría tras la fijeza de las reglas de conducta, puede manifestarse en todo su esplendor.

Sin embargo, los médicos no sienten todavía la necesidad de estudios sociales específicos para comprenderla. En parte, por no haber sido entrenados para la percepción de esa necesidad, ni en los planes de estudio, ni en la práctica hospitalaria.

Y cuando ello ocurre, cuando algunos médicos comprenden la importancia de los factores sociales en las enfermedades, lo hacen tras los pasos de Virchow o Carrillo. Se vuelcan a la educación sanitaria popular, a promover medidas de saneamiento del medio ambiente –tratamiento de aguas, desechos, alimento–, o incluso a la acción política como medio de cambio social y, por ende, sanitario.

Encuentran como herramienta para su labor al primer sanitarismo, que no había asimilado por completo las enseñanzas de las ciencias sociales, y por lo tanto no había formulado sus teorías más específicas acerca de la salud y la enfermedad. Todavía se considera a la población general como un símil de la población hospitalaria, es decir, homogénea, siempre igual a sí misma, que no cambia, ni evoluciona.

Y por consiguiente, se piensa que las instrucciones y las medidas sanitarias deben ser uniformes para toda la población, para obtener unos resultados asimismo uniformes. Con dosis distintas, quizás, para capas sociales obviamente distintas –para pobres y para ricos–, pero fundamentalmente iguales en sus rasgos principales.

En estas condiciones, no hay lugar para la incorporación de las ciencias sociales en la formación del médico. Sin embargo, en ambos lugares – en la consulta diaria y en la labor sanitarista– resultó imposible al cabo de un tiempo negar que lo social constituye un factor esencial para el ejercicio profesional o para la teoría médica.

Las consideraciones sociales entraron en la medicina de la mano del sanitarismo moderno, que se desarrolló aprovechando al máximo las enseñanzas de las ciencias sociales contemporáneas –sociología y antropología, sobre todo– para estudiar bajo un nuevo aspecto el proceso de salud y enfermedad. Lo hace sin los inconvenientes con los que tropezara Virchow y con él el primer sanitarismo, provenientes de conocer hacia 1850 unas ciencias sociales que recién daban sus primeros pasos como disciplinas científicas.

Con el simple expediente de analizar la distribución epidemiológica de las enfermedades, no en un territorio dado sino en las distintas capas sociales, se observa que varía dramáticamente de una a otra capa. Es evidente ahora que los grupos sociales enferman de cosas distintas, que tienen índices de mortalidad infantil y adulta distintas, y finalmente, que mueren de

manera diferente. Como si en vez de tratarse de grupos de población de un mismo país, se tratara de países lejanos.

Al afinarse el análisis se constata que la distribución epidemiológica de las enfermedades no puede ser atribuida únicamente a diferencias entre las clases sociales, o entre los grupos con ingresos monetarios dados, puesto que si se separan las poblaciones según estos criterios, tampoco se observa que sean homogéneos en su salud y en su enfermedad. Tiene que ver –sobre todo– con la forma en que los diversos grupos entienden qué es lo enfermo, y qué es lo saludable; cómo perciben el rol de los agentes sanitarios; qué creencias precientíficas tienen acerca de la medicina –preexistentes en todos los grupos sociales–, y la manera en que ese conocimiento común se engarza e intercambia con el discurso médico.

Tiene que ver, entonces, con la *cultura*: una amplia etiqueta para designar el conjunto de conocimientos que un grupo poblacional posee sobre sí mismo y sobre el mundo que lo rodea, y lo que hace con ese conocimiento. Es obvio, para las ciencias sociales y para el sanitarismo, que en un país conviven numerosos grupos culturalmente distintos, incluso en el mismo ámbito geográfico.

Si la salud y la enfermedad forman parte de las diferencias que exhiben entre sí los diversos grupos culturales, es esencial comprender sus costumbres, sus creencias, sus formas de vida, pues de ellas dependen su nivel sanitario, y la eficacia de la labor médica. El paso dado por la investigación sanitarista fue crucial para enseñar al resto de la comunidad médica la dependencia de los indicadores de salud y enfermedad de los parámetros socioculturales.

No puedo dejar de mencionar que la práctica sanitarista exclusiva dio origen a otro extremismo teórico, simétrico y opuesto al biologicismo médico. Me refiero al *sociologismo médico*, que postula que en el proceso salud-enfermedad son las condiciones sociales las *únicas* variables relevantes, y que lo biológico se limita a traducir pasivamente –como si ello fuera posible– la impronta de lo social. Util a la hora de comprender a los fenómenos epidemiológicos, la parcialidad de su enfoque conduce a menospreciar lo biológico –y la investigación a la que da lugar– así como a su peso en la enseñanza de la medicina. No se trata de una superación del planteo de Virchow, sino de un desviación que lo anula.

Era sabido que el ser humano era un ser social, que la sociedad moldeaba su vida. La nueva epidemiología, con sus investigaciones, nos mostró que la sociedad también moldeaba la enfermedad, la curación y la muerte de los hombres.

Se reafirma, desde esta perspectiva, la creencia de Virchow de que la etiología, la disciplina que estudia las causas de las enfermedades, no podía ser sólo biológica. Pero aun más. Si las enfermedades varían en el seno de una sociedad dada según los distintos comportamientos socioculturales; si a lo largo de la historia coinciden los cambios en las enfermedades y en cómo evolucionan con los cambios en las sociedades, entonces no hay excusas para no introducir las variables sociales en el interior de las teorías médicas, a fin de que se reflejen allí las modulaciones del *pronóstico* inducidas por lo social.

Si esto es así, entonces inciden en el corazón mismo de las teorías médicas, que deben pasar de biológicas puras, a biosociales. Consecuencia natural de entender que la sociedad no es homogénea, y que en ella los pacientes se comportan de manera diferenciada en el proceso de salud-enfermedad según su pertenencia a distintos grupos socioculturales.⁹²

Comienza a ser transparente que la medicina es, también, una disciplina social, pese a la opacidad de lo social en hospitales y laboratorios.

Por supuesto, las herramientas para la comprensión de los cambios sociales, y de la heterogénea constitución de la sociedad no se encuentran en los campos teóricos de la medicina, ni en las disciplinas biomédicas que los fundamentan, ni siquiera en el sanitarismo.

Se encuentran en las ciencias sociales, que han llegado para quedarse, al conjunto de conocimientos que el médico debe poseer a fin de comprender a ese fenómeno complejo que es la enfermedad.

Devienen *ciencias presupuestas*, *ciencias básicas* para las teorías médicas en un mismo status epistémico que la anatomía, la física, la historia.

Estos hechos atinentes a la sociedad y al proceso de salud y enfermedad, entran de manera contradictoria y desapareja en la formación de los médicos, que siguen estudiando en su mayoría según la visión – históricamente correcta en su tiempo– de comienzos de siglo.

El esquema de las teorías médicas que ahora propondremos no ha sido asimilado por completo por los planes de estudio que sigue el futuro médico.

Ciencias básicas biológicas →→ Fisiopatología →→ Signos y síntomas
Ciencias básicas sociales →→ Condiciones socio-culturales →→ Evolución del paciente

⁹² Cuando hablo de ciencias sociales, incluyo entre ellas a la psicología, entendida como una disciplina social del comportamiento humano.

En este esquema se expresa que el pronóstico médico de evolución no puede efectuarse sin tomar en cuenta las condiciones socio-culturales del paciente, y que esto a su vez presupone un conocimiento social básico.

Pero si lo social entra en la evolución de cada entidad patológica –en cada enfermedad– entonces *las ciencias sociales deben incorporarse en todos los sectores del estudio clínico* a través de una epidemiología diferenciada según estratos socio-culturales; *no sólo en un área desconectada del resto de las materias*. Unas ciencias sociales que expliquen la estructura social en que la enfermedad y la acción médica se desarrollan, y cómo la sociedad actúa sobre la distribución epidemiológica y la evolución de las enfermedades.

Si así no se hiciera, lo social atravesará igual, de manera empírica, no reflexiva, y por lo tanto no científica, a la práctica médica. El precio a pagar será la improvisación, y el desacierto.

Indicamos desde el comienzo, cuando comentáramos el programa de investigación de Virchow, el influjo de la sociedad en el *origen* de las enfermedades. Más recientemente, mostramos cómo las circunstancias sociales obligan a modificar a las *teorías médicas*. Falta agregar la manera en la que influyen en la *terapéutica*, para integrar a las ciencias sociales en los tres campos científicos –*teóricos o tecnológicos*– en que fragmentáramos el saber médico, y concluir con una breve referencia al *acto médico* mismo: la *pragmática* del milenario oficio.

Con respecto a la *terapéutica*, los estudios muestran que su eficacia depende, en una proporción importante, de la pertenencia a tal o cual grupo social. No basta administrar medicamentos, o indicar reglas higiénico-dietéticas para que sean cumplidas las indicaciones, o para que los medicamentos actúen de la manera esperada. Sabemos que para que eso ocurra, es central una interpretación correcta y una expectativa favorable acerca de lo prescripto por parte de los pacientes. Ambas se encuentran mediadas por los conocimientos previos y los sistemas de creencias que posean acerca de las enfermedades, los medicamentos, y del rol reconocido al médico como agente curativo legítimo. De lo contrario, o no es obedecido, o lo es de manera deformada, o lo prescripto no tiene el efecto esperado.

Estas nociones elementales de la antropología cultural, constatadas en primer lugar en grupos aborígenes, han sido extendidas posteriormente allí donde no eran tan evidentes, en las sociedades modernas y sus estratos socio-culturales. Contra el sentido común que las piensa homogéneas, encontramos en ellas las mismas diferencias que se habían observado en grupos étnicos distintos.

Una vez más, encontramos en la *evolución bajo control médico* de las enfermedades –objeto explícito de la terapéutica– la misma dependencia de los factores socio-culturales que advirtiéramos en su evolución natural.

En cuanto a la *práctica médica* es evidente que se vertebra a partir del conocimiento etiológico, clínico y terapéutico. Nuestra argumentación había mostrado que estas cuestiones implicaban de por sí un conocimiento de lo social, ya sea científico o, en su defecto, espontáneo, y por consiguiente incompleto o erróneo. Pero aun más. El mismo *acto médico* – diagnóstico e indicación terapéutica– por lo que implica de relación humana, se encuentra traspasado por lo social. Sólo puede pues ser estudiado sistemáticamente desde las disciplinas sociales — para evitar, una vez más, la improvisación.

Hemos explicitado el efecto que lo social ejerce sobre los tres campos problemáticos abiertos a partir de la pregunta por la enfermedad. En su origen, en su estructura y en sus procesos reparadores encontramos la impronta de lo social, así como en la práctica médica cotidiana. Y ello incluso dentro del hospital, donde desdeñarla ha conducido –frente al deterioro de la relación médico-paciente– a acusaciones justificadas de deshumanización de la medicina. Fruto de no advertir el profundo carácter social, humano, de esta relación, que conduce a una manipulación puramente tecnológica de los pacientes.

Demás está decir que el médico se encuentra desarmado teóricamente frente a estos hechos que moldean su práctica como tal. No son parte de su formación profesional o científica.

Tengo la convicción de que estas cuestiones son las que han derivado en lo que ahora llamamos la "crisis de la educación médica", que coincide con otra crisis, la de la explosión de la matrícula, sin que una y otra se identifiquen. La historia nos ha mostrado, con sus evoluciones, que la medicina ha cambiado profundamente –de naturaleza, y no meramente en cantidad de conocimientos– motivo por el cual no puede ser estudiada como lo fue hace ochenta años, aun con una correcta relación docente-alumno.

Reencontramos, en estas conclusiones a las que arribáramos luego del análisis histórico y epistemológico de la medicina, los caminos por los que transitaron las inquietudes de nuestra generación. Qué es la medicina. Cómo estudiarla. Cómo aprenderla. Cómo ejercerla. Cómo ser socialmente útiles.

Para nuestra desazón, sorprendemos en la mirada de cada estudiante de hoy la misma pregunta que nos hiciéramos en ese entonces, cuando éramos egresados jóvenes y nos interrogábamos acerca de si estaríamos preparados para asumir nuestra función de médicos — ahora en una socie-

dad que cambia a un ritmo veloz, mucho más veloz que hace treinta y tres años.

Sé que el darles una respuesta positiva depende de que reescribamos el programa originario del Hospital John Hopkins a la luz de los cambios ocurridos en la sociedad, en los conocimientos médicos, en los análisis epistemológicos sobre la ciencia y la medicina, y en las experiencias docentes acaecidas en los últimos años.

Si así no lo hiciéramos, traicionaríamos las expectativas del estudiante que fuimos, y de las jóvenes generaciones que esperan esos cambios, reclamándolos de la misma manera intuitiva en que lo hiciéramos nosotros.-

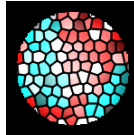
Bibliografía

- Flexner, A., *Medical education in the United States and Canada. A report to the Carnegie Foundation for the advancement of teaching*, Bulletin No. 4, Boston, Updyke, 1910, en la Red en http://www.carnegiefoundation.org/elibrary/docs/flexner_report.pdf y en <http://books.google.com/books?id=lxgTAAAYAAJ&dq> ; Bonner, Th. N., *Iconoclast: Abraham Flexner and a Life in Learning*. Johns Hopkins Univ. Press, 2002; Beck, A. H., "The Flexner Report and the Standardization of American Medical Education", *Student JAMA* 291: 2139–40, 2004, en la Red en <http://jama.ama-assn.org/cgi/content/full/291/17/2139>
- Katz, F. M. y Fulop, *Formación de personal de salud. Ejemplos de nuevos programas docentes*, Ginebra, O.M.S., 1978.
- Kuhn, Thomas, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Lakatos, Imre, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos, 1974.
- Lorenzano, C., *Crítica al modelo sociológico de medicina*, Manuscrito, Facultad de Medicina de la U.N.A.M., México, 1980; El Plan A-36 de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, *Médico Moderno*, 1986; *Diseño Curricular de la Facultad de Medicina, Universidad Maimónides*, Buenos Aires, manuscrito.
- Moulines, C. Ulises, *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza Universidad, 1982.
- Sneed, Joseph, *The logical structure of mathematical physics*, USA, Dordrecht, 1971. Disponible en la Red.
- Stegmüller, Wolfgang, *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983.



Copyright ©March 2010 *Electroneurobiología*. Diese Forschungsarbeit ist öffentlich zugänglich. Die treue Reproduktion und die Verbreitung durch Medien ist nur unter folgenden Bedingungen gestattet: Wiedergabe dieses Absatzes sowie Angabe der kompletten Referenz bei Veröffentlichung, inklusive der originalen Internetadresse (URL, siehe oben). / Este texto es un artículo de acceso público; su copia exacta y redistribución por cualquier medio están permitidas bajo la condición de conservar esta noticia y la referencia completa a su publicación incluyendo la URL (ver arriba). / This is an Open Access article: verbatim copying and redistribution of this article are permitted in all media for any purpose, provided this notice is preserved along with the article's full citation and URL (above).

Submitted: December 12, 2009; accepted, Jan. 4, 2010.



revista

Electroneurobiología

ISSN: 0328-0446