



Lógicas y contextos en la construcción de las ciencias.

Los contextos de modelización en la filosofía de la ciencia

Antonio D. Casares Serrano

Universidad de Alicante

1. En un texto ya clásico de filosofía de la ciencia de amplio uso en nuestras universidades se dice: "Si hay algún problema en la filosofía de la ciencia que, con razón, se puede proclamar el más céntrico o importante es el de la naturaleza o estructura de las teorías científicas, incluida la diversidad de roles que las teorías desempeñan en la empresa científica".¹ Es igualmente aceptado que, desde que las ciencias lograron independizarse de la teología allá por el siglo XVII, las teorías fueron la forma predominante adoptada por el conocimiento científico, y la filosofía de la ciencia como disciplina independiente inició su andadura profesional como reflexión acerca de la naturaleza de las teorías desde mediados del siglo XIX. Desde entonces el análisis básico de las teorías científicas ha sostenido que todo conocimiento científico se sustenta en una doble dependencia entre los datos experimentales derivados de la observación y las formas lógicas estructuradas y necesarias. Sin los primeros no sería posible conocer nada del mundo, sin las segundas este conocimiento no podría aspirar a ser verdadero. El objetivo del filósofo de la ciencia era determinar qué hacía que datos empíricos y formas lógicas contribuyeran a darnos una imagen verdadera del mundo, la única imagen que podía tener sentido desde los presupuestos realistas de la mayor parte de la filosofía occidental.

Desde el siglo XIX el conocimiento científico se trató de articular a partir de un método único que garantizaba, a través de ejemplos maestros, el curso fructífero de cualquier investigación científica: si la lógica garantizaba la verdad, el método permitía estructurar la labor investigadora seleccionando sólo aquellos datos del mundo realmente significativos a través de unas pautas de trabajo controladas y del apoyo estructural de la matemática. Las diferentes ciencias confluían en una Ciencia del Método caracterizada por la cuantificación y la estructuración matemática a la que se sometía metódica y experimentalmente a la realidad: los datos que se recogían experimentalmente constituían la base para la definición y confirmación lógica de las teorías científicas. Las teorías alcanzaban su máxima y plena realización en las proposiciones lógicas que sustentaban los diferentes modos de representar la realidad a partir de los datos recogidos de una observación atenta y metódica del mundo. Las teorías eran de esta forma conjuntos de enunciados contruidos en un lenguaje lógico que nos hablaban de la verdad del mundo.

Esta filosofía de la ciencia se estructuró de forma lógica a partir de la definición de contextos establecida por Hans Reichenbach en 1938. Una lógica del descubrimiento y una lógica de la justificación fueron el resultado inevitable de una filosofía de la ciencia que excluía de su estudio aquellos elementos no sometidos a una forma lógica deductiva: el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación anunciaban la separación de las dos disciplinas académicas que habían tenido su origen en la Europa políticamente colonialista y culturalmente triunfadora de mediados del siglo XIX, la historia de la ciencia (nacional) y la filosofía de la ciencia (universal).

¹ SUPPE, Frederick (1974), *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, UNED, 1991, p. 15.

Cualquier intento de aunar ambos esfuerzos de reflexión acerca de la actividad y el conocimiento científico estaba condenado al fracaso: no se puede hacer lógica de aquello que no es lógico. Así lo estableció claramente Reichenbach en una obra más popular unos años después:

El acto del descubrimiento escapa al análisis lógico; no existen reglas lógicas según las cuales pudiera construirse una “máquina descubridora” que asumiera la función creadora del genio. Pero la tarea del lógico no es explicar los descubrimientos científicos; todo lo que se puede hacer es analizar la relación que existe entre los hechos dados y una teoría que se le presente con la pretensión de que explica estos hechos. En otras palabras, a la lógica sólo le importa el contexto de justificación. Y es la justificación de una teoría en función de los datos de la observación lo que constituye la materia de la teoría de la inducción”.²

Este sistema dicotómico (observación y lógica) sostenido a partir de la interacción de enunciados observacionales y enunciados teóricos entró en crisis a mediados de la década de los 50 del pasado siglo, y tuvo su anunciada defunción en el famoso Simposium de Urbana, del 26 al 29 de marzo de 1969. El resultado de tan mítico encuentro fueron unas cuantas décadas de desacuerdo y desaliento filosófico que han caracterizado a la filosofía de la ciencia hasta casi finalizado el siglo XX.

Las críticas a esta Concepción Heredada de la filosofía de la ciencia, como la denominara Hilary Putnam a principios de los 60, fueron múltiples y variopintas, sobre todo si tenemos en cuenta que no había terreno firme bajo los pies de los propios críticos. Si los enunciados teóricos dependen de los enunciados observacionales a los que se encuentran *lógicamente vinculados* en una teoría científica, la elección de dicha teoría científica estará en función de la evidencia disponible a favor de dichos enunciados observacionales. Este era el punto fundamental que sostenía la filosofía de la ciencia de la Concepción Heredada y su estructura de las teorías científicas. Pero si podía ponerse de manifiesto que observación y teoría no eran independientes en el curso de la investigación científica, toda la Concepción Heredada podía venirse abajo. Esta fue la opción seguida por críticos como Karl Popper, Norman Russell Hanson y Thomas Samuel Kuhn que, desde diferentes alternativas y propuestas más o menos continuadoras, establecieron la imposibilidad de aislar el origen de los datos empíricos de la estructura teórica de la investigación científica. Después de todo, la lógica de la justificación no era totalmente independiente de la lógica del descubrimiento, la dificultad estaba ahora en definir una nueva relación entre los dos clásicos contextos.³ Para Popper, el más continuador de los tres (que no se alarman

² REICHENBACH, Hans (1951), *La Filosofía Científica*, México, F.C.E., 1967, p. 240. El esquema que Reichenbach estableciera en 1938 en su obra *Experience and Prediction* (University of Chicago Press, Chicago), equipara con claridad la tarea del filósofo de la ciencia con la del lógico y las ciencias se reducen a las formas lógicas del resultado de la investigación científica. Los contextos son ámbitos excluyentes definidos con el objetivo de facilitar la labor del lógico a la hora de aproximarse a la actividad investigadora de los científicos. Tal vez por ello filósofos y científicos han mantenido un contacto limitado desde la constitución de la filosofía y la historia de la ciencia como disciplinas académicas, y sean mayoritariamente matemáticos y físicos los que han establecido los contactos más fructíferos con la filosofía de la ciencia del último siglo.

³ Karl Popper, gran conocedor de la filosofía de la ciencia alemana gestada en torno a Rudolf Carnap, Carl G. Hempel y Otto Neurath durante la década de los 30, fue sin duda uno de los críticos precursores con su famoso ensayo *La lógica de la investigación científica*, original de 1934, que sufrió numerosas correcciones y reformulaciones en las ediciones inglesas posteriores. La obra del malogrado Hanson durante los años 50 fue como la voz que clama en el desierto, hasta que en 1962 apareciera la primera edición de una de las obras más influyentes en la filosofía de la ciencia, *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas S. Kuhn. Se puede decir, sin ánimo de excluir importantes contribuciones de Imre Lakatos o

sus seguidores, porque su propuesta innovadora falsacionista no está de ningún modo aquí puesta en duda), las teorías científicas en última instancia no podían ser confirmadas por la observación, solamente descartadas por su falsedad (un nuevo guiño limitado a la lógica clásica del *modus tollens*). Mientras, sus colegas Hanson y Kuhn, entre otros, revitalizaron la lógica del descubrimiento impulsando una nueva disciplina académica, la sociología de la ciencia, y mostrando lo que una historia de la investigación científica al modo de historia de las ideas tenía que aportar al conjunto de la reflexión sobre la actividad científica.⁴

Durante las siguientes tres décadas la filosofía de la ciencia transitó por tierra de nadie, entre árboles que no dejaban ver el bosque entorno a la naturaleza de las teorías científicas. Estaba claro que la oposición formal entre observación y teoría no facilitaba abordar la investigación científica como empresa de la actividad humana y que los intentos de liberarla de su potencial transformador del mundo no la habían logrado integrar en una disciplina tradicionalmente filosófica como la teoría del conocimiento. La propia actividad científica del presente claramente dependiente económicamente de las políticas nacionales, vinculada con sus éxitos a las corporaciones industriales y a los conflictos bélicos, el entramado social de los investigadores y las universidades donde se lleva a cabo la investigación más básica, y las redes de difusión de publicaciones y sus disputas internas, tampoco contribuyen mucho a mantener la idea de una ciencia teórica limpia y al margen de las debilidades del mundo. A pesar de todo, diferentes escuelas derivadas de las diversas críticas a la Concepción Heredada continuaron su trabajo desarrollando importantes aportaciones: el análisis semántico de las teorías científicas, la conformación de los modelos en las ciencias, o el análisis instrumental de la investigación desarrollada en el seno de las diferentes ciencias actuales, ha permitido que la filosofía de la ciencia esté más atenta a la ciencia que se elabora en el mundo de hoy y no se limite a buscar “experimentos cruciales” en la ciencia de los siglos XVII y XVIII.

Gracias a esta compleja trayectoria a lo largo del último siglo, podemos ahora contemplar con cierto optimismo las nuevas propuestas de filosofía de la ciencia que pasan por un abandono de la dualidad entre observación y teoría, y por una ampliación de los contextos desde los que cabe reflexionar acerca de la naturaleza y estructura de la actividad científica, más allá de las teorías como resultados estructurados y exclusivos de eso que llamamos ciencia: las ciencias como construcciones humanas en el seno de contextos diversos que establecen los márgenes de actividad en el mundo y las posibilidades de comprensión de la realidad a través de la experimentación.

2. En la década de los 80 se plantean nuevas propuestas de recontextualización de la filosofía de la ciencia que dejen de lado la dicotomía fundamental que rodea la oposición entre observación y teoría. Entre los intentos de reformulación de la crítica kuhniana desde la concepción estructural de las teorías científicas de Patrick Suppes, J. D. Sneed y Wolfgang Stegmüller y los intentos de

Larry Laudan, entre muchos otros, que los anteriormente citados abrieron la Caja de Pandora de la reflexión acerca del complejo entramado que rodea la investigación científica.

⁴ La obra de Kuhn, irregular y dispersa, se ha convertido en el reflejo de las limitaciones de una filosofía de la ciencia que no alcanza a escapar del cepo sintáctico sin abandonarse en el relativismo metodológico. A su sombra, sin embargo, se sigue profundizando en la problemática real de las ciencias como actividades organizadas que persiguen un conocimiento sistemático. Véanse los ensayos de: BELTRÁN MARÍ, Antonio (1998), “T.S. Kuhn. De historia, de filosofía y de pájaros”, en SOLÍS, Carlos (Ed.) (1998), *Alta tensión. Filosofía, sociología e historia de la ciencia*, Barcelona, Paidós, pp. 111-143; SOLÍS, Carlos (1997), “La revolución kantiana de Kuhn”, *Endoxa: Series Filosóficas*, nº 9, UNED, Madrid, pp. 5-30; ZAMORA, Francisco (1994), “El último Kuhn”, *Arbor CXLVIII*, 584, pp. 9-25.

perfeccionamiento del falsacionismo popperiano, pasando por la propuesta semántica de Mario Bunge, nos interesa sobre todo abordar la denominada propuesta del *New Experimentalism*. Los primeros trazos de lo que será esta concepción aparecieron en 1982 en un ensayo de Ian Hacking en defensa de la experimentación y del papel del experimento en la investigación científica. Posteriormente diversos autores entre los que se pueden citar a James Woodward, Nancy Cartwright, Deborah Mayo y James Bogen, han ido contribuyendo a consolidar esta nueva propuesta de filosofía de la ciencia desde la reconsideración del estatus del experimento frente al papel predominante de la teoría.⁵

Desde esta perspectiva, el experimento tiene que asumir en filosofía el papel predominante que desempeña en la construcción de las ciencias:

*Different sciences at different times exhibit different relationships between "theory" and "experiment". One chief role of experiment is the creation of phenomena. Experimenters bring into being phenomena that do not naturally exist in a pure state. These phenomena are the touchstones of physics, the keys to nature and the source of much modern technology.*⁶

Los experimentos "recrean" fenómenos; estos fenómenos en la mayoría de las ocasiones no serían visibles y raramente son observados. Sin embargo, constituyen el puente inevitable entre los datos y la teoría en la construcción de las ciencias. Si utilizamos la terminología tradicional en la filosofía de la ciencia de la Concepción Heredada, según esta propuesta, un enunciado teórico (lógico, por tanto) no puede venir dado por sus relaciones lógicas con los enunciados observacionales de la teoría. Los enunciados teóricos sólo están vinculados indirectamente con los enunciados observacionales a través de los fenómenos que se manifiestan en la experimentación de laboratorio. No existe por tanto una relación lógica entre los enunciados teóricos y los enunciados observacionales, sino tan sólo cierta conexión con los enunciados que describen los fenómenos estudiados y que actúan de puente entre ambos a la hora de elaborar la teoría. El esquema estructural de las ciencias no es dicotómico, en este caso, sino tripartito, donde las relaciones entre los niveles nunca alcanzan el estatus de relación lógica necesaria. Los enunciados que se refieren a los fenómenos son modelos descriptivos que carecen de capacidad de generalización. De este modo la mayoría de los experimentos no están diseñados para verificar teoría concreta alguna sino para poner de manifiesto la consistencia de los modelos de fenómenos y la concordancia de éstos con los datos disponibles.

Uno de los aspectos más importantes de este *New Experimentalism* es el hecho de que el contenido de verdad de los modelos de fenómenos es independiente de la teoría o teorías comúnmente aceptadas o vigentes en un momento determinado. Cualquier "teoría rival", en la terminología kuhniana, haría uso de la verdad de los mismos modelos de fenómenos conocidos independientemente de los presupuestos

⁵ El ensayo al que se hace referencia es HACKING, Ian (1982), "Experimentation and Scientific Realism", *Philosophical Topics*, 12:1, pp. 71-87. Con el término *New Experimentalism* no se pretende caracterizar una escuela, ni siquiera un grupo homogéneo y coordinado de filósofos con una tarea común. Muchos de ellos trabajan en problemas diversos al margen del resto, pero casi todos tienen en común el haber asumido que la dicotomía observación-teoría no es sostenible en la actual filosofía de la ciencia. En otros casos, el problema de la inconmensuralidad entre las teorías científicas afirmado por Kuhn y, sobre todo, por Feyerabend, ha llevado a muchos a reconsiderar el problema del significado y de la explicación en las ciencias sobre la base de los ensayos de Hilary Putnam. La denominación aparece en un ensayo de ACKERMANN, R.J. (1989), "The New Experimentalism", *British Journal for the Philosophy of Science*, 40, pp. 185-190.

⁶ HACKING, Ian (1982), "Experimentation and Scientific...", *op. cit.* pp. 71-72.

teóricos que pretendiera poner de manifiesto o imponer. La teoría no se adaptaría a los datos experimentales, ya que los datos son intrínsecamente efímeros, sino a aquellos modelos fenomenológicos que se han establecido en una investigación dada que se prolonga en el tiempo. Por otra parte, los fenómenos son independientes de las condiciones y de los experimentos diseñados para ponerlos de manifiesto o describirlos, y perduran en el tiempo al margen de la teoría que los explique. Si a esto añadimos que la evaluación y el análisis de los datos derivados de la observación no necesitan de ninguna teoría que los explique, de este modo, son los modelos de fenómenos y no los datos los que constituyen la base empírica de las ciencias.⁷

Esta nueva propuesta del *New Experimentalism* nos permite reconocer la necesidad de una recontextualización de la filosofía de la ciencia desde la propia actividad científica experimental. El estatus privilegiado de los aspectos teóricos del conocimiento científico sobre cualquier otro elemento constructivo ha viciado nuestros planteamientos alejándolos de la actividad científica: el científico *opera* con objetos y *piensa* en objetos, bajo sus elaboraciones existe una ontología necesariamente vinculada con la manipulación que hace del mundo. Conocer no es sólo abstraer, sino también manipular, extraer las ideas de la materia que tenemos entre las manos. No basta, por tanto, con los contextos que Reichenbah estableciera como fronteras infranqueables para delimitar la labor del filósofo de la ciencia; si bien no es posible una lógica del descubrimiento tampoco parece posible seguir sosteniendo una lógica de la justificación como verificación de las teorías a partir de los datos obtenidos de la observación. Parece necesario plantearnos la necesidad de un nuevo contexto de construcción o desarrollo que nos permita abordar los problemas que quedaban al margen de la reflexión del filósofo de la ciencia. Problemas que son constitutivos de las ciencias, que delimitan el alcance del conocimiento derivado de ellas, y que no podemos seguir ignorando al elaborar una filosofía de la ciencia que se sitúa al margen de ellos.

Paralelamente a la perspectiva del *New Experimentalism*, y desde el estudio de los modelos aplicados a las ciencias físicas, se ha propuesto la elaboración de una *filosofía de la experimentación* a partir de los trabajos de Peter Galison y Andrew Pickering.⁸ Lo que se pretende es la caracterización de aquellos elementos intrínsecos a una *dinámica del experimento* que puedan considerarse, en este sentido, como autónomos de la teoría. El experimento, a través de su dinámica autónoma, aportaría la información acerca de los fenómenos, en la forma de modelos, que permiten inferir la teoría a partir de los datos observados. La lógica del descubrimiento ya no permanecería en el limbo de la irracionalidad y el genio creador –aunque este elemento siempre estará presente en cualquier actividad humana–, sino que podría, contrariamente a lo que se pensaba, elaborarse una *lógica de la experimentación* o construcción científica al margen de los insolubles debates sobre el realismo y la

⁷ Lo aquí expuesto es un parco esquema de los extensos estudios que BOGEN, James & WOODWARD, James (1988), "Saving the Phenomena", *The Philosophical Review*, 97, nº 3, pp. 303-352, y WOODWARD, James (1989), "Data and Phenomena", *Synthese*, 79, pp. 393-472, han realizado al respecto de la imposibilidad de sustentar una conexión directa entre observación y teoría, al menos con la naturaleza de necesidad lógica que la Concepción Heredada había pretendido establecer.

⁸ En concreto podemos referirnos a los trabajos fundamentales: GALISON, Peter (1987), *How experiments end*, University of Chicago Press, Chicago; PICKERING, Andrew (1995), *The Mangle of Practice*, The University of Chicago Press, Chicago, y PICKERING, Andrew (1989), "Living in the Material World", en GOODING, D., PINCH, T. J. y SCHAFFER, S. (1989), *The Uses of Experiment*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 275-297. Para un análisis del alcance de estos y otros trabajos sobre la dinámica experimental, cfr. FERREIRÓS, José y ORDÓÑEZ, Javier (2002), "Hacia una filosofía de la experimentación", *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 34, Nº 102, pp. 47-86.

inconmensurabilidad de conceptos y teorías científicas.⁹ De todo ello se ha llegado a proponer la existencia de un nuevo contexto hasta ahora desatendido o ignorado por la filosofía de la ciencia del pasado siglo: el *contexto de modelización*.¹⁰

3. Los modelos han sido considerados desde la antigüedad la principal herramienta del desarrollo científico, pero no ha sido hasta la década de los 60 del pasado siglo cuando han adquirido un interés predominante en la filosofía de la ciencia. Modelos de justificación, modelos de fenómenos, modelos computacionales, modelos para el desarrollo, modelos explicativos, modelos simplificados, modelos de prueba, modelos ideales, modelos teóricos, modelos a escala, modelos heurísticos, modelos de caricatura, modelos didácticos, modelos de fantasía, modelos de juego, modelos imaginarios, modelos matemáticos, modelos de sustitución, modelos icónicos, modelos formales, modelos analógicos y modelos instrumentales son sólo una parte de las nociones que se usan para establecer y clasificar categorías de modelos. Esta desbordante diversidad expresa claramente la compleja naturaleza ontológica, semántica y epistemológica de los modelos en la elaboración del conocimiento científico.¹¹ No obstante, tan sólo recientemente se ha sugerido la importancia de la modelización en la construcción de las ciencias. Los modelos, las metáforas y el experimento como modos de articulación y tratamiento de los fenómenos han estado siempre en la grieta que separaba los contextos de descubrimiento y de justificación del neopositivismo. El abismo ha llegado a ser tal que estos instrumentos están empezando a ser objeto del análisis necesario para

⁹ Los debates sobre el realismo científico siguen proporcionando elementos para la reflexión, pero adolecen de una perspectiva epistemológica que marca los límites conocidos del problema. Epistemológicamente, ni realistas ni irrealistas pueden llegar a un acuerdo al margen de sus posiciones iniciales. Las ciencias permiten ambos posicionamientos porque ni la metodología experimental ni la justificación lógica de los enunciados científicos consigue eliminar las ideas filosóficas que penetran transversalmente en los resultados de la investigación científica. Ni conceptos ni teorías son “reales” o “irreales” en sentido filosófico: son reales dentro de los límites del campo que define a una ciencia concreta. Ni siquiera el *New Experimentalism* está libre del dilema realista como muy bien ha puesto de manifiesto IRANZO, Valeriano (2008), “El dilema del realismo experimental”, *Episteme NS*, Vol. 28, Nº 1, pp. 59-88.

¹⁰ La expresión, hasta donde tenemos noticia, es de David Calvo: CALVO, David (2004), “Los tres contextos de la investigación científica: descubrimiento, modelización, justificación”, en RIVADULLA, Andrés (Ed.) (2004), *Hipótesis y verdad en ciencia. Ensayos sobre la filosofía de Karl R. Popper*, Editorial Complutense, Madrid, pp. 179-191. De cualquier modo, análisis previos desde el *New Experimentalism* ya habían sugerido la transformación de la concepción hipotético-deductiva a partir de una triple distinción constructiva: especulación, cálculo y experimento. Véase HACKING, Ian (1983), *Representar e intervenir*, Paidós, México, 1996, pp. 242-244.

¹¹ La bibliografía al respecto es amplia y diversa, centrada fundamentalmente en los diferentes usos que hace de los modelos la física, la química, la biología o la economía, pero cada vez son más numerosos los trabajos que abordan la naturaleza de los modelos desde la filosofía de la ciencia, sobre todo después de 1990: BLACK, Max (1962), *Modelos y metáforas*, Ténos, Madrid, 1966; HESSE, Mary B. (1963), *Models and Analogies in Science*, Notre Dame, Sheed & Ward, London; FALGUERA, José L. (1994), “La Naturaleza Representacional de los Modelos”, *Endoxa: Series Filosóficas*, nº 3, UNED, Madrid, pp. 7-29; BAILER-JONES, Daniela M. (1999), “Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science”, en MAGNANI, Lorenzo, and NERSESSIAN, Nancy (eds.) (2002), *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*, Dordrecht: Kluwer, pp. 23-40; idem (2003) “When Scientific Models Represent”, *International Studies in the Philosophy of Science* 17, pp. 59-74; GIÈRE, Ronald N. (2004), “How Models are used to Represent Reality”, *Philosophy of Science*, 71 (December), pp. 742-752; RIVADULLA, Andrés (2006), “Metáforas y modelos en ciencia y filosofía”, *Revista de Filosofía*, Vol. 31, No. 2, pp. 189-202, entre otros.

transformarlos en puentes de una nueva filosofía de la ciencia que aborda las ciencias como construcciones experimentales, donde el conocimiento surge de una segregación de contenidos que alcanzan un estatus especial a partir de su elaboración compartida en el seno de las comunidades humanas. Ciencia ya no es un término asociado con perfección teórica intemporal que busca la verdad en una geometría ideal, sino un conocimiento construido, insertado en la realidad humana, que trasciende por su naturaleza las limitaciones derivadas de su propia construcción. Modelos, metáforas y experimentos marcan la frontera límite de una Idea de Ciencia Pura que, si bien en el siglo XVIII pudo sustituir a la idea de *Mathesis Universalis*, no ha podido demostrar su validez en el mundo actual. En el seno de esta Idea de Ciencia, los modelos, las metáforas y los experimentos tenían tan sólo un papel secundario, porque el interés de la filosofía de la ciencia estaba en las teorías ya elaboradas y sistematizadas: el conocimiento científico es un conocimiento formalizado. En contraste con esta idea, las ciencias se refieren a la realidad a través de la conformación de nuevos campos científicos a partir de técnicas e industrias previamente articuladas fuera de estos campos, donde la realidad se fragmenta y se incorpora al conocimiento parcialmente mostrando incompatibilidades e inconmensurabilidades entre sí.

Desde las diferentes epistemologías del siglo XX, la imagen de las ciencias ha oscilado entre la de aquellos que las han considerado como procedimientos experimentales que se someten a la imposición de una lógica externa para garantizar la verdad científica (en defensa del contexto de justificación) y la de aquellos otros que han visto en las ciencias el conflicto inevitable entre el desarrollo histórico de su elaboración y la imposibilidad de garantizar la racionalidad de dicho proceso (en defensa del contexto de descubrimiento). Unos y otros han considerado las ciencias, desde la epistemología, como actividades que giran en torno a un método o sistema de investigación que se puede diferenciar como propiamente científico. La caracterización de este método y su aplicación a problemas nuevos permitiría adquirir un conocimiento con las garantías y validez características del conocimiento verdadero. La tradición en este sentido sigue teniendo un peso difícil de abordar y a lo largo del siglo XX continúan siendo numerosos los trabajos que intentan establecer las reglas básicas de este método científico.¹² Hasta tal punto es considerado decisivo el papel del método en las ciencias, que los críticos más extremistas del método científico, como Paul Feyerabend, no encuentran otra posibilidad que la articulación de las ciencias a partir de un método inexistente: lo característico de la investigación científica es la amplitud de tácticas y métodos.¹³ Parece claro, pues, que la filosofía de

¹² Un ejemplo representativo lo constituye la obra de Mario BUNGE (1980), *Epistemología*, Ariel, Barcelona, 1985. Defensor de un método científico, sin embargo, llega a sorprender la imprecisión con la que maneja este término: "En verdad no hay tales recetas populares para investigar. Lo que sí hay es una *estrategia de la investigación científica*. Hay también un sinnúmero de tácticas o métodos especiales característicos de las distintas ciencias y tecnologías particulares. Ninguna de estas tácticas es exhaustiva e infalible. No basta con leerlas en un manual: hay que vivirlas para comprenderlas. Ni dan resultado todas las veces. El que resulten depende no sólo de la táctica o método sino también de la elección del problema, de los medios (conceptuales y empíricos) disponibles y, en no menor medida, del talento del investigador. El método no supe al talento sino que lo ayuda. La persona de talento crea nuevos métodos, no a la inversa.", p. 44.

¹³ En el prólogo a la edición castellana de *Tratado contra el método*, señala Feyerabend: "La ciencia no presenta una estructura, queriendo decir con ello que no existen unos elementos que se presenten en cada desarrollo científico, contribuyan a su éxito y no desempeñen una función similar en otros sistemas. Al tratar de resolver un problema, los científicos utilizan indistintamente un procedimiento u otro: adoptan sus métodos y modelos al problema en cuestión, en vez de considerarlos como condiciones rígidamente establecidas para cada

la ciencia que pretendemos elaborar nos obliga a tomar como punto de partida una imagen de las ciencias, porque su labor está estrechamente unida a la dinámica de la investigación científica. Veamos que filosofía podemos extraer de la actual situación de las ciencias.

4. Hasta ahora seguimos teniendo un problema con la naturaleza de la vinculación entre las ciencias y la realidad. Considerar que la ciencia descubre o desvela la realidad no parece una imagen adecuada si tenemos presente que la realidad desborda por todos lados a las teorías científicas. Las ciencias, como mucho, alcanzan a organizar algunas partes de la realidad de un modo muy particular. En este sentido no podemos hablar, con propiedad, de una “ciencia del todo”. Cada parte de la realidad científicamente configurada, manipulada y reelaborada, establece unas fronteras propias con respecto a otras partes de la realidad tratadas igualmente desde el punto de vista científico: el logro de una teoría unificada, ya no sólo de la física, sino de la totalidad del mundo es una idea recurrente en muchos científicos, pero no parece un objetivo esperable de nuestras formas de hacer ciencia. Si tenemos en cuenta que la ciencia surge, en primer lugar, de la actividad práctica de los hombres, de los diferentes procesos científicos de laboratorio, que el hombre piensa ante todo con las manos (podemos decir que el científico siempre *se trae algo entre manos*) y que el lenguaje no es sólo un resultado psicológico, sino que *hablar es una forma de hacer*, el conocimiento científico surge de un compromiso ontológico fundamental. Este compromiso ontológico nos obliga a estructurar el mundo, a organizarlo y clasificarlo, sin que por ello aceptemos una visión sustancialista del mismo: las ciencias surgen de este proceso de categorización del mundo y en las categorías que usamos está implícito nuestro compromiso ontológico con la realidad que construimos.

Como sujeto, el científico trabaja en su laboratorio al nivel de operaciones que le permite su cuerpo –un cuerpo que es a la vez material y trascendental porque, más allá del sujeto empírico, es una idea articuladora de la racionalidad¹⁴–. A través de instrumentos y extensiones de su propio cuerpo, opera con la materia y alcanza a elaborar clasificaciones de partes del mundo que incorpora a un entramado de necesidades organizadas internamente: cada ciencia es un campo que opera con términos y relaciones internas que surgen de la organización operativa de una parte de la realidad absorbida y categorizada. La ciencia, según parece, carece de objeto y de método, pero es una estrategia que se compromete operativamente con determinadas partes del mundo aislándolas y dándoles una necesidad interna que no tienen antes de ser incorporadas a un campo científico concreto. Esta estrategia que clasifica según categorías los resultados de operaciones al nivel del cuerpo, no nos permite hablar de un objeto propio para cada ciencia ni de un sustrato genérico a todas las ciencias y nos obliga a aceptar que existe una pluralidad de ciencias constituidas en campos que compiten entre sí para conocer partes de la realidad que en ocasiones se superponen. En cierto modo, como ya señalara Aristóteles, las ciencias compiten entre sí y no es posible fundamentar una a partir de cualquier otra: se trata de círculos

solución. No hay una ‘racionalidad científica’ que pueda considerarse como guía para cada investigación; pero hay normas obtenidas de experiencias anteriores, sugerencias heurísticas, concepciones del mundo, disparates metafísicos, restos y fragmentos de teorías abandonadas, y de todos ellos hará uso el científico en su investigación”, FEYERABEND, Paul (1975), *Tratado contra el método*, Técnos, Madrid, 1981, p. XV.

¹⁴ Tesis fundamental de la filosofía del siglo XX que todavía no ha alcanzado su total desarrollo. Véase BUENO, Gustavo (1970), *El papel de la filosofía en el conjunto del saber*, Ed. Ciencia Nueva, Madrid, pp. 207-242.

categoriales en relación diamétrica que se imponen sus propios límites.¹⁵ Del compromiso ontológico que exige el conocimiento científico de la realidad nos encontramos, de este modo, con tantas categorías del ser como ciencias efectivas resultan del análisis gnoseológico de las ciencias, de modo que las categorías surgen a posteriori porque brotan del propio hacer real del científico, no al modo kantiano como conceptos puros del entendimiento.

Si entendemos la filosofía de la ciencia como una gnoseología adaptada a los tiempos que corren, el análisis gnoseológico de las ciencias nos permite abarcar la amplia problemática que envuelve el uso de categorías en las ciencias. Un mundo categorizado no agota la realidad y permite que las Ideas filosóficas se introduzcan entre las grietas de los campos científicos categorizados, al modo en que la Idea de *Átomo* se ha manifestado como recurrente a lo largo de la historia hasta cristalizar en un campo científico como es la química. La perspectiva gnoseológica que considera a las ciencias como construcciones nos permite distinguir dos *capas operativas* en la actividad científica: por un lado una capa interna en la que se llevan a cabo las operaciones con los términos propios del campo científico (átomos, células, aceleradores de partículas, microscopios, telescopios, etc) y, en segundo lugar, una capa metodológica asociada a la actividad y organización de los propios científicos y que cristaliza en una *filosofía espontánea y de trabajo* que recorre las publicaciones y cuadernos de laboratorio de cualquier investigador.¹⁶ En este sentido, cabría separar con claridad lo que constituye una revolución en las teorías científicas en un momento dado y los cambios en pautas de conducta e investigación de los científicos de cada época. En otras palabras, el análisis gnoseológico nos permite constatar que las revoluciones científicas y los paradigmas kuhnianos están insertos en una capa metodológica general y no afectan al desarrollo interno de los campos científicos de un modo tan simple como hasta ahora se había pensado. Pero si existe una pluralidad de ciencias y la filosofía de la ciencia se elabora desde una perspectiva gnoseológica, ¿cómo han llegado a constituirse las ciencias? Y ¿qué elementos o características definen lo que llamamos conocimiento científico?

5. Si las ciencias se construyen fragmentando la realidad, el análisis gnoseológico del conocimiento científico tiene que mostrar una creciente diferenciación y creación de nuevos campos científicos. Cada nuevo fragmento de realidad involucra inicialmente a varias ciencias ya constituidas pero acaba conformando un nuevo campo interno que no es totalmente absorbido por las ciencias del momento: el momento de construcción científico siempre apunta hacia los límites de los campos científicos conocidos porque el aspecto de la realidad que manipula se escapa a los conocimientos establecidos por otros campos. Descartado el proyecto unificado de una *ciencia del todo* y atentos al compromiso ontológico que exige el conocimiento científico del mundo, los diferentes campos científicos pueden ser estructurados como *morfologías dinámicas*. En este sentido, el pensamiento

¹⁵ "Por tanto no es posible demostrar pasando de un género a otro, por ejemplo, demostrar lo geométrico por la aritmética", *Prim. Analit.*, 74a38, 75b4, en ARISTÓTELES, *Tratados de lógica* II, Gredos, Madrid, 1982. Cfr. también BUENO, Gustavo (1978), "Conceptos conjugados", *El Basilisco*, N° 1, marzo-abril, pp. 88-92.

¹⁶ Nuestra propuesta tiene mucho que agradecer al esfuerzo realizado en los últimos años por parte de Gustavo Bueno en la renovación del análisis gnoseológico de las ciencias a través de diferentes trabajos de su primera época: *El papel de la filosofía en el conjunto del saber* (1970), *Ensayos materialistas* (1972), *La idea de ciencia desde la teoría del cierre categorial* (1976), "El cierre categorial aplicado a las ciencias físico-químicas" (1982) o *Teoría del cierre categorial* (1992-1993), de un alcance muy superior a los desarrollos posteriores de su filosofía. Cfr. PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (1999), "La filosofía de la ciencia de Gustavo Bueno", *El Basilisco*, 2ª Época, n° 26, pp. 15-42.

morfológico puede remontarse a la respuesta que durante el siglo XVIII se empezó a elaborar contra el mecanicismo decadente del siglo XVII. Autores como Spinoza, Leibniz, Goethe, Poincaré, Thom,..., retomaron un planteamiento originario de Aristóteles cuya tesis ontológica adquirió un giro poscrítico después de Kant. Como señala Pérez Herranz:

*Pero el morfologismo es una ontología postcrítica. Se coloca en el plano de los análisis de los principios más generales acerca de la estructura de la realidad, y es impensable fuera del ámbito de la filosofía crítico trascendental kantiana. Los argumentos filosóficos no están concebidos ni desde una posición prekantiana –que exigen algún postulado ontológico de algún tipo de armonismo garantizado por Dios, la Materia, el Ser, etc.– ni desde una posición empirista –que se preocupa por encontrar las regularidades, las causas, el origen... del conocimiento–.*¹⁷

Desde este giro implícito en la filosofía morfológica, una gnoseología de las ciencias nos permitiría abordar la cuestión acerca de cómo las formas o morfologías – físicas, químicas, biológicas, etc. – despliegan el sentido a partir de una morfodinámica interna a cada ciencia. Las estructuras científicas clásicas –los teoremas, las teorías– se constituyen en formas dinámicas autoorganizadas y autorreguladas a partir de la propia actividad del científico. Una filosofía de las ciencias que aborde el problema de la construcción de las ciencias como campos dinámicos de modelización y experimentación ha de partir de una lógica de las formas o morfodinámica desde una trascendencia alejada del idealismo y anclada en la operatividad del cuerpo, del sujeto corpóreo y de su lenguaje centrados en el mundo de los objetos. Esta teoría morfológica de las ciencias exige que las ciencias mantengan un compromiso con la verdad construida (una verdad lograda a partir del entrelazamiento de las partes del mundo) a través de relaciones de identidad, que permitan la segregación de los sujetos, de su metodología y de la pragmática individual e institucional, del resultado final de la investigación científica.¹⁸

En una teoría morfológica de las ciencias el fundamento del conocimiento científico no podría descansar en la lógica del silogismo ni en la lógica fregeana, tampoco en las matemáticas o en la estructura del lenguaje humano, sino en las

¹⁷ PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (2006), “El ‘giro morfológico’: la forma, condición del sentido”, *Quaderns de filosofia i ciencia*, 36, p. 70. Véase también PETITOT, Jean (2004), *Morphologie et Esthétique*, Maisonneuve & Larose, París.

¹⁸ En este punto parece conveniente trazar una cierta distancia entre la perspectiva morfológica y la propuesta materialista de Gustavo Bueno de la que, como ya hemos indicado, no podemos considerarnos totalmente ajenos. La dialéctica materia/forma que constituye la perspectiva gnoseológica fundamental del Materialismo Filosófico de Bueno adquiere en el Morfologismo un matiz diferenciador que vamos a introducir a la luz de la propuesta ontológica de René Thom: “Un criterio de distinción entre materia y forma es el siguiente: mientras que la forma ‘conserva la forma del todo’, la materia no. Precisamente porque la materia, el sustrato, no conserva la forma, ‘la materia tiende a la forma’ que es consecuencia del principio de *estabilidad estructural*. Las constantes físicas indican la escala de la materia, pero las formas a las que acceden *tienen que ser* justamente las que son, las que reproducen el todo, independientemente de la materia”, PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (1998), *Árthra hé péphyken. Las articulaciones naturales de la filosofía*, Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante, p. 186. A nuestro entender, el fundamento último de la propuesta materialista es deudor de un mecanicismo que, desde la perspectiva morfológica y a partir de una reestructuración del planteamiento kantiano, se intenta evitar a través de un uso cualitativo de las matemáticas y de un abandono del concepto nuclear de fuerza en la ontología de las ciencias.

relaciones de identidad que se sintetizan durante la construcción del conocimiento que llamamos científico y que contienen la verdad científica aislada –encerrada en su campo por relaciones internas propias– del proceso mismo de la investigación científica. La verdad pierde de este modo su pretensión metafísica de imagen adecuada o desvelada, de reflejo de lo absoluto, y pasa a configurarse como verdad construida desde una transcendentalidad subjetual interna, operativa y generadora a un tiempo de la realidad misma. Las ciencias, como articuladoras de materiales previos técnicos, artísticos y derivados de la actividad humana, estabilizan la realidad a través de la construcción dinámica de relaciones de identidad entre materiales diversos, que terminan aislándose de los procesos que les han dado origen a través de esquemas morfológicos de investigación. Son estos entramados relacionales los que permiten y configuran las posibilidades de la investigación científica desde una dinámica interna de términos, operaciones, relaciones, principios, teoremas e hipótesis, a diferentes niveles, que confluyen hacia la configuración de teorías sistemáticas de partes de la realidad que quedan incorporadas al campo de cada ciencia. Pero la construcción científica no está libre de restricciones –no ‘vale todo’ lo que se investiga ni todo conocimiento es científico por ser construido–, la construcción misma de las ciencias obliga asimismo a considerar una perspectiva gnoseológica circular –de análisis y síntesis sucesivas– como la más apropiada al proceder científico: ninguna teoría queda concluida como resultado final –en este sentido, la formalización de las teorías es, tan sólo, una exigencia pragmática del conocimiento y no conlleva una conclusión definitiva de la investigación–, porque siempre queda realidad al margen de la teoría que pugna por desorganizar las fronteras del campo científico donde se lleva a cabo la construcción. Desde esta perspectiva, la filosofía de las ciencias no puede admitir un apego a los hechos, ni seguir aliada con el idealismo de lenguajes formales o el relativismo de convenciones socioculturales, porque las ciencias, en su pluralidad de marcos categoriales, buscan la verdad en su compromiso con la realidad, una verdad que no puede ser ni correspondencia ni reflejo, algo externo o trascendente, sino construcción derivada de la relación existente entre partes interactuantes del mundo.

6. En la filosofía de la ciencia, como epistemología, el problema de asumir una perspectiva morfológica está relacionado con la dicotomía contextual propia del neopositivismo: descubrimiento y justificación aparecen como marcos conceptuales aislados que no pueden ser sometidos a una fundamentación lógica conjunta ni sucesiva.¹⁹ Sin embargo, desde una perspectiva gnoseológica, el morfologismo puede reformularse como dinámica multidimensional asumiendo que sujeto y objeto del conocimiento científico son dos aspectos inseparables del mismo problema cognitivo: el morfologismo aborda el problema desde la perspectiva gnoseológica que asume que las entidades del mundo son tridimensionales y no pueden reducirse a sistemas

¹⁹ Nuestra dependencia de lo que diversos críticos han denominado “condicionalidad positivista” es decisiva en este sentido. El principio de representación como proyección, el objetivismo y el naturalismo ontológico, el deductivismo empirista y el dualismo sujeto/objeto delimitan la arquitectura epistemológica de los últimos dos siglos. Véanse los trabajos de Pierre BOURDIEU (1997), *Meditaciones pascalianas*, Anagrama, Barcelona, 1999 y BOURDIEU, Pierre (2003), *Los usos sociales de la ciencia*, Nueva Visión, Buenos Aires, 2008, así como el ensayo de FERREIRA, Miguel A. V. (2009), “Entre el cristal y el humo: paráfrasis de una epistemología heterodoxa”, *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 3 (1), pp. 3-15, en el que se continúan algunas ideas morfológicas que el médico y biólogo Henri Atlan expuso en sus ensayos reunidos de 1979: ATLAN, Henri (1979), *Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo*, Debate, Madrid, 1990. Véase también de este mismo autor su ensayo ATLAN, Henri (1986), *Con razón y sin ella. Intercrítica de la Ciencia y el Mito*, Tusquets, Barcelona, 1991.

axiomáticos puros (unidimensionales o bidimensionales según la lógica de Boole). En realidad, una teoría morfológica de las ciencias abordaría las estructuras reales del mundo como sistemas n-dimensionales a través de la topología como nuevo *organum* del conocimiento (la topología como sustituto de la lógica). Este nuevo esquema gnoseológico transforma totalmente el alcance de la filosofía de la ciencia permitiendo reconstruir los procedimientos experimentales básicos de la investigación científica desde un prisma diferente. La experimentación, la generación de modelos y el papel de la analogía en la investigación científica se sitúan de lleno en el proceso de constitución de las teorías científicas como estructuras formalizadas finales de las ciencias. De este modo el desértico análisis de los procedimientos experimentales en la constitución de las ciencias propio del neopositivismo y sus reformulaciones más o menos críticas, se transforma en un vergel de posibilidades manifestadas en ese proceso constructivo que denominamos *contexto de modelización*. En los contextos de modelización, como ámbitos de desarrollo de las morfologías propias de un campo científico, es donde se despliega la etapa decisiva de la investigación científica que hasta ahora se había marginado: si las ciencias se construyen, no hay etapa más decisiva que aquella en la que se llevan a cabo los procedimientos experimentales de configuración de la realidad integrada y recreada en cada campo científico. El verdadero alcance de la dinámica morfológica estará condicionado por la naturaleza del campo científico en el que se investiga: los materiales y las formas se desplegarán en las estructuras n-dimensionales que caracterizan los modelos básicos de las teorías en cada campo científico, surgiendo las inconmensurabilidades que se confrontarán dialécticamente en los diferentes contextos de la investigación científica.

El objetivo de la reconstrucción morfológica de las ciencias es la caracterización de las propiedades invariantes de las entidades del mundo a través de grupos de transformaciones correspondientes a leyes que operan a diferentes niveles estructurales de la realidad. El límite de la aplicación del morfologismo a un campo científico sería el desarrollo de leyes estructurales de carácter topológico, del mismo modo que el Teorema de Euler para las formas de un exaedro: caras + vértices – aristas = 2, refleja topológicamente lo que significa “ser un cubo”, independiente de las naturalezas físicas de los objetos estudiados. No obstante, la tesis de la autonomía de la forma respecto al sustrato no supone que puedan darse formas físicas sin sustrato material. En términos generales, la descripción y definición de una forma consistiría en establecer el grupo de transformaciones que actúan sobre las entidades del mundo estudiadas en diferentes situaciones y que condicionan la modificación de sus características invariables. De este modo, una teoría morfológica pretende describir el mundo físico al mismo nivel de su organización y complejidad, sin apelar a procesos elementales internos o externos desde los que poder deducir dichas formas. En este sentido, como señala Aranda Anzaldo, “*la evolución de las formas obedece a reglas precisas, distintas de aquellas que gobiernan el comportamiento de la materia*”.²⁰

Sin embargo, las teorías morfológicas no aspiran a establecer la esencia de las cosas. Como aplicaciones de la topología no permiten alcanzar la naturaleza última de la realidad. Más allá del campo matemático, en el ámbito del mundo físico, las transformaciones topológicas se traducen en identidades materiales, complejas y constructivas, al modo de equivalencias esenciales que organizan las entidades físicas según un contexto morfológico determinado (mecanismos de reactividad química, leyes termodinámicas de los procesos reversibles, cinética de la cristalización, relaciones cuánticas de las partículas subatómicas, etc). En filosofía de la ciencia, y desde una perspectiva gnoseológica, la morfología nos ayuda a caracterizar los contextos en los que se desarrolla la actividad científica tanto sincrónica como asincrónicamente, permitiéndonos salvar el abismo entre el descubrimiento y la

²⁰ ARANDA ANZALDO, Armando (1997), *La complejidad y la forma*, FCE. México, p. 124.

formalización a través de los procesos de modelización. Se trata, fundamentalmente, de un proceso dinámico, derivado de la aplicación de la geometría (topología) como patrón de la multidimensionalidad de los entes reales, donde es esencial la idea de cambio o variación, algo realmente paradójico si tenemos en cuenta que las ciencias persiguen precisamente un conocimiento estático e inmutable. Aunque en la filosofía de la biología, la psicología y la lingüística se han llevado a cabo importantes avances en la aplicación del enfoque morfológico al desarrollo de la comprensión científica de estos campos, está todavía por desarrollar la aplicación de este esquema gnoseológico a campos como la física, la química o la geología, teniendo siempre presente que el morfologismo no es ni una teoría científica ni un método de investigación del que puedan servirse las ciencias más allá de sus fundamentos topológicos. En este sentido, cabría tener presente la diferencia que hay entre la estructura y la forma: mientras la primera es un resultado de la investigación científica en un determinado campo, la segunda es una idea filosófica, un modelo o patrón de naturaleza matemática, “la escala de la que se *recortan* las entidades del mundo” y el punto de partida de un proyecto ontológico renovador que ha planteado diversas interpretaciones desde Aristóteles hasta Kant.²¹

Como gnoseología aplicada a las ciencias fisico-químicas, este proceso de reconstrucción que nos permite alcanzar una filosofía de la ciencia desde el morfologismo se lleva a cabo según diferentes niveles de creciente complejidad, a una mayor profundidad que la derivada de la utilidad lingüística implícita en el nivel sintáctico tradicional de la lógica. En la capa interna constitutiva de cualquier ciencia, el investigador opera, a un primer nivel, con diferentes *términos* del campo –dos al menos, para permitir la construcción dialéctica de nuevos términos y relaciones del campo–, entidades primitivas interrelacionadas a nivel ontológico, que constituyen la materia propia del campo. Estos términos mantienen relaciones de semejanza o identidad con *fenómenos* o grupos de fenómenos que han de ir asociados necesariamente a *referencias fisicalistas*, sin las cuales no sería posible la construcción de una ciencia referida a una parte de la realidad. El resultado del despliegue de diferentes operaciones con los fenómenos nos permite el establecimiento de *principios de fenómenos y referencias* que aclaran aspectos fundamentales de las relaciones presentes a este nivel. Estos principios son el escalón previo para la construcción de estructuras sistemáticas primarias –como hipótesis reguladoras y teoremas– propias del campo. A este nivel primario se encuentran las *instituciones* del saber científico, reflejo de la pragmática sobre la cual se desarrolla la investigación científica como conjunto de operaciones al nivel corpóreo.

En el segundo nivel, la reconstrucción del campo de una ciencia nos pone en contacto con *proposiciones referenciales* que combinan términos y proposiciones simples (al menos dos, igualmente, por exigencia dialéctica de configuración del campo) que se relacionan por semejanza o identidad y por diversidad. A este nivel, diversos campos científicos pueden proporcionar proposiciones referenciales por *analogía*, lo que permite ya tener una primera aproximación de la modelización y de la competencia entre diferentes campos científicos, constituidos en el proceso de la construcción científica de una nueva parcela de la realidad. El proceso de construcción prosigue con la generación de *principios de las proposiciones referenciales* que permiten el establecimiento experimental de *relaciones* de diversa naturaleza: por semejanza, por contigüidad, por cruzamiento, etc. En cierto sentido, casi todos los más importantes científicos que han dejado huella en la historia de las ciencias han alcanzado la formulación de una relación importante que posteriormente fructificará en esquemas sistemáticos del tercer nivel. Estas relaciones mantienen su referencia primaria a fenómenos y términos fisicalistas del campo, estableciendo la base

²¹ PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (1998), *Árthra hé péphyken. op. cit.*, pp. 182-194.

fenomenológica sólida sobre la que se entablará la posterior dialéctica entre teorías: las teorías cambian pero los fenómenos permanecen como punto de partida de la construcción del campo científico. Porque en su dinámica de apariencias permanente, en cierto modo, los fenómenos hablan más de la realidad que las teorías. Como señala Hacking:

*Las palabras 'fenómeno' y 'efecto' pueden servir muchas veces como sinónimos, pero apuntan en direcciones opuestas. Los fenómenos nos recuerdan, en ese semiconsciente depósito del lenguaje, sucesos que pueden ser registrados por el observador bien dotado que no interviene en el mundo, pero que mira las estrellas. Los efectos nos recuerdan a los grandes experimentadores que le han dado su nombre a los efectos: los hombres y mujeres, los Compton y Curie, que intervinieron en el curso de la naturaleza, para crear regularidades que, por lo menos al principio, pueden considerarse regulares (o anómalas) sólo en contraste con la teoría.*²²

Más allá de las referencias a los fenómenos se abre el ámbito constructivo del tercer nivel de creciente complejidad: *principios de relaciones* al nivel de las proposiciones –no al de los fenómenos, términos o referencias fisicalistas– permiten la elaboración de *hipótesis regulativas* que dirigen la experimentación hacia la sistematización de teorías científicas a partir de *relaciones de identidad* y *modelos teóricos*.²³ El conjunto de estrategias y procesos que va de las hipótesis regulativas hasta los modelos teóricos a partir de las relaciones de identidad, constituye el núcleo de lo que hemos denominado *contexto de modelización*. Es a esta profundidad del

²² HACKING, Ian (1983), *Representar e intervenir*, op. cit., p. 254. Para establecer primariamente la capital importancia de los fenómenos en la construcción de las ciencias bastaría con revisar atentamente el capítulo 13 de esta ya clásica obra de Hacking, (pp. 249-260). Diferenciar entre 'fenómeno' y 'efecto', así como reconocer el importante papel de la experimentación como fuente de "creación de fenómenos" permitiría revolucionar la mayoría de las perspectivas epistemológicas desplegadas en la filosofía actual de la ciencia. En este sentido, desde el morfologismo, la permanencia de los fenómenos es fundamental en la dinámica de los esquemas morfológicos porque constituye el sustrato necesario sobre el que se desarrolla toda la construcción científica.

²³ En una obra clásica de filosofía de la ciencia ya casi olvidada, el filósofo francés de origen polaco, Emile Meyerson manifestaba sus reservas ante el positivismo del siglo XIX a través de la defensa de una concepción de la ciencia desde el principio de identidad: "Si partimos de la teoría, según la cual no es la ciencia más que una simple colección de leyes, tropezamos con anomalías al considerar la ciencia real. Si de la ciencia real deducimos la ciencia legal, lo que obtenemos es en algún modo un residuo. Ahora bien: hallamos que todas esas anomalías se deducen de un principio único, el principio de la identidad en el tiempo y en el espacio", MEYERSON, Emile (1908), *Identidad y realidad*, Editorial Reus, Madrid, 1929, p. X del prefacio a la tercera edición francesa. El pensamiento de Meyerson se sustentó en una febril crítica al positivismo en todas sus formas en aras de alcanzar una metafísica futura sustentada sobre un principio único rector en la naturaleza humana: la identidad como fundamento de la unidad de la materia. En este paradójico proyecto filosófico, la labor del científico es adaptar las identificaciones descubiertas en la investigación a la experiencia que subyace en todo el proceso cognoscitivo: lo real es lo idéntico. Sobre Meyerson se pueden consultar dos trabajos muy alejados entre sí en el tiempo: PARIS, Carlos (1951), "Emile Meyerson y el problema de la inteligibilidad de lo material", *Revista de Filosofía*, 10:37, pp. 239-269 y ESPINOZA, Miguel (2008), "Meyerson y el rol de la causalidad y el determinismo en la ciencia", *THEMATA. Revista de Filosofía*, nº 40, pp. 167-178.

tercer nivel de la reconstrucción del campo científico donde hacen su aparición de forma decisiva los *esquemas morfológicos*.²⁴

7. Toda investigación tiende a generar uno o varios modelos. Parece inevitable el ámbito operativo de la modelización para desenmarañar esa selva de identidades e hipótesis que deja la experimentación en su desarrollo. Identidades y modelos permiten alcanzar el característico estatus de las teorías científicas donde el sujeto que investiga desaparece del conocimiento obtenido: los aparatos de la experimentación se disuelven en múltiples relaciones y el resultado teórico puede llegar a expresar la objetividad y universalidad necesaria. Esta metamorfosis que tiene lugar en los campos científicos no deja de ser sorprendente a pesar de los intentos de asimilación lógica promovidos durante el pasado siglo. Para el neopositivismo y sus primeros críticos (Popper), el conocimiento científico es acumulativo, los términos científicos deberían ser precisos y las ciencias manifiestan una unidad a través del método científico. Pero ni los intentos de asimilación de la investigación científica a un método inductivo, ni los despliegues de refutación asociados a una lógica deductiva han conseguido estructurar un método para la labor investigadora del científico. Por su parte, los estudios históricos y sociológicos de la investigación de laboratorio sólo alcanzan a poner de manifiesto la complejidad de los modos, métodos y estrategias científicas que exige la interacción ciencia-realidad durante su elaboración. Más que una lógica epistémica (sintáctica) se hace necesaria una lógica metodológica y estratégica, una lógica constructiva (topológica, multidimensional como los entes del mundo) que permita desplegar todas las interrelaciones de un proceso complejo como es la investigación científica: una dialéctica constructiva de las ciencias.

Como modelo genérico de cristalización de las ciencias, Meyerson pretendía que lo idéntico tenía la fuerza de la unidad y, desde un punto de vista gnoseológico, toda identidad resuelta en un campo científico se sostiene en interacción permanente a través de una relación entre los elementos del propio campo. Es la estabilidad derivada de las relaciones alcanzadas por la experimentación la que proporciona el material de partida de las nuevas relaciones que se establecen por analogía en los modelos científicos. Los modelos articulan el límite al que se dirige la investigación, aquello que todavía no puede decirse como identidad sintética –porque supera, sin duda, el ámbito de la relación material específicamente alcanzada–, pero que puede ser trazado tangencialmente. El modelo sugiere, a través de la simplificación, la confluencia de las relaciones de identidad que subyacen en el núcleo de los esquemas morfológicos en competencia que coexisten en el campo de cualquier ciencia: la teoría solamente se constituirá como *totalidad sistemática* –atributiva o distributiva– en aquellos esquemas morfológicos donde se hayan acumulado las

²⁴ Los *esquemas morfológicos* son estructuras de fondo presentes en la investigación científica que pasan desapercibidas en muchos casos como elementos metodológicos asumidos por la comunidad científica. Pueden derivarse de la introducción de un nuevo instrumental o de consideraciones teóricas y conceptuales que se manejan como hipótesis de trabajo a la espera de resultados con los que poder operar. Tienen su origen, por tanto, en diferentes campos del saber humano (filosofía, religión, política, técnicas, artes, etc.) y sólo se incorporan a una nueva forma de investigación cuando intervienen como soporte metodológico para la definición de interacciones materiales del campo científico. Por ejemplo, la balanza es un ejemplo de instrumento (operación) que acaba constituyéndose en esquema morfológico fundamental de la constitución de la química como ciencia a partir de la investigación de la pneumática, la naturaleza del calor y la combustión, y la definición final de una teoría atómica durante los siglos XVIII y XIX.

relaciones de identidad más estrechamente vinculadas con la operatividad de las construcciones llevadas a cabo a partir de los fenómenos estudiados.²⁵

Las relaciones de identidad se sintetizan en el campo gnoseológico de las ciencias, no en la mente de los sujetos ni en el mundo. La articulación de las relaciones en el seno de los esquemas morfológicos determina la fertilidad de éstos como origen de modelos y teorías. En este sentido habrá esquemas morfológicos que sólo permitan el reconocimiento de errores, pero que no sean fértiles en la constitución de modelos y teorías. El complejo entramado de relaciones en el núcleo contextual establece el alcance de la verdad derivada de las teorías construidas, así como la neutralización de las operaciones llevadas a cabo por el sujeto durante la experimentación. Los procesos de modelización permiten que la configuración del campo sea internamente circular, porque la modelización es un despliegue recurrente siempre hacia niveles inferiores. Los modelos nunca constituyen soluciones estables y definitivas, porque su papel y configuración les obliga a renunciar a elementos sustanciales de la construcción científica en aras de una predicción operativa recurrente. De ahí su naturaleza dual, porque, a su vez, los modelos anticipan los problemas que se derivan del alcance de las teorías: de este modo las teorías expresan sistemáticamente aquellas interacciones y estabilidades características y manipulables que manifiesta la realidad incorporada a las ciencias.²⁶ De la estabilidad de los resultados elaborados en el campo de una ciencia –la solidez de sus teorías– dependerá, igualmente, la configuración del mismo, su permanencia y continuidad como parte de la realidad constituida. Porque, no lo olvidemos, ‘conocer’ es hacer manipulable, operable, aquello que se desconoce y que acaba siendo real cuando se sitúa en un lugar, se clasifica y se diferencia en el seno de un conjunto creciente de sujetos y objetos, que nunca es definitivo pero sí alcanza una determinación. El compromiso ontológico inicial del morfologismo filosófico obliga a que “lo que es” sea necesariamente conocido.

8. Modelizar es, en suma, la dinámica fundamental de la investigación científica: anticipar una respuesta a una pregunta ontológica acerca de la realidad que necesita una constante vuelta a los orígenes fenoménicos desde los que nos aproximamos a ella. En los contextos de modelización que constituyen la dinámica morfológica de los campos científicos, se desarrollan procesos de creciente complejidad que escapan a la estructura clásica derivada del análisis de los lenguajes

²⁵ Aunque el paso final de la construcción de una totalidad sistemática es muy complejo, los modelos tradicionalmente constituyen andamiajes simples que permiten la predicción y evaluación de dominios empíricos a través de la reproducción a escala, la formulación matemática, la analogía sistemática, o la reconceptualización de un sistema específico poco conocido, etc. A este respecto, el análisis del papel de los modelos científicos depende estrechamente del enfoque –ontológico, semántico, estructuralista, lingüístico, etc.–, y el campo científico al que se aplican, resultando diferentes teorías de modelos operativas para cada campo científico o teorías representacionales de carácter general a la sombra de la semiótica. Cfr. FALGUERA, José L. (1994), “La Naturaleza Representacional...”, *op. cit.*, pp. 7-29, y GIERE, Ronald N., “How Models are used to Represent Reality”, *op. cit.*, pp. 742-752.

²⁶ El modelo, como mezcla de lo pictórico y lo matemático, no es unívoco: diferentes modelos inconsistentes entre sí pueden converger hacia la misma teoría, o hacia teorías distintas, en torno a una misma verdad. Pero nada en la teoría apunta en este sentido por lo que no parece posible identificar modelo y teoría de un modo simple. Además, en la mayoría de los casos de cambio de teoría, sobre todo en las ciencias empíricas, los modelos presentan una “robustez” intrínseca que les permite sobrevivir al cambio de teoría: el modelo se mantiene, pero la teoría se descarta. En cierto sentido, los fenómenos son reales, las teorías son verdaderas pero, por el contrario, los modelos no son ni reales ni verdaderos. Cfr. CARTWRIGHT, Nancy (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Oxford: Oxford University Press.

formales (sintaxis, semántica y pragmática), para converger en el proceso de construcción social de las ciencias. Las carencias del análisis de la modelización desde la epistemología neopositivista son manifiestas: si intentamos definir el proceso al modo tradicional, modelizar consiste en representar un fenómeno F mediante la elaboración de un modelo M, por parte de un científico C, a partir de unos datos experimentales D, y con el apoyo de unos enunciados teóricos E o conjunto de hipótesis H. Esta definición no puede dejarnos totalmente satisfechos porque, en última instancia, define un proceso de modelización de carácter sintáctico que olvida las relaciones de identidad fundamentales y los esquemas morfológicos que subyacen en la construcción dialéctica del conocimiento científico.²⁷ Desde una teoría morfológica de las ciencias, representar la interacción de un fenómeno o sistema de fenómenos y sus efectos mediante la construcción de un modelo, por parte de un científico o grupo de científicos, a partir de operaciones experimentales previas y con la ayuda de hipótesis reguladoras, en el interior de un campo de términos cerrado internamente por relaciones constitutivas del campo, no es un procedimiento ideal, formalizado, sino que está inserto en una dinámica socio-histórica más amplia. La construcción de las ciencias es el trasfondo en el que se despliega el conocimiento científico, una construcción que es necesariamente contextualizada y recurrente a través de una categorización en la que afloran y se intercalan ideas filosóficas desplegadas durante siglos. Haciendo uso de una crítica ya clásica a la imagen del conocimiento que en su día plantearon Gilles Deleuze y Felix Guattari²⁸, la imagen de las ciencias no puede seguir siendo la de un árbol que sustenta sus raíces en el terreno sólido de una lógica –sea deductiva o inductiva, la labor de la lógica será, a posteriori, un elemento pragmático más de la comunicación del conocimiento científico–, sino la de un arrecife coralino que construye sus propios cimientos en la inmensidad del océano, a través de contextos de descubrimiento, de modelización y de justificación que se entrelazan en dialécticas dispares a lo largo de la historia. De ahí la importancia de elaborar una concepción de la filosofía de las ciencias que tenga presente el estudio de los procesos que se despliegan en ese conjunto de contextos

²⁷ El término “modelo” tiene diversos significados en el lenguaje ordinario, pero en filosofía de la ciencia manifiesta predominantemente dos acepciones: modelo como estructura organizada (presente en la Teoría de Modelos y en las ciencias formales) y modelo como representación (presente en la semiótica y en las ciencias empíricas). La concepción formal de la modelización se encuentra en numerosos manuales de filosofía de la ciencia para uso docente y está implícita en numerosos ensayos críticos sobre la construcción de teorías, sobre todo en matemáticas y física. Por ejemplo, un manual clásico es WARTOFSKY, Marx W. (1968), *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1981, pp. 164-203, y 369-375. Ejemplos del segundo caso son los ensayos de MOSTERIN, Jesús (1984), *Conceptos y teorías en la ciencia*, Alianza, Madrid, 1987: “Sobre el concepto de modelo”, pp. 147-156 y “Sobre teorías físicas y teorías matemáticas”, pp. 157-174. La concepción representacional de la modelización, por su parte, está implícita en el *New Experimentalism*: Cfr. HACKING, Ian (1983), *Representar e intervenir*, op. cit., p. 254, y se analiza su alcance en FALGUERA, José L. (1994), “La Naturaleza Representacional...”, op. cit., pp. 7-29. Desde el punto de vista morfológico, la síntesis está todavía por hacer ya que ambas concepciones pueden coexistir en el seno de los contextos de modelización. Ya que lo que se está proponiendo es “un giro morfológico” en la filosofía de las ciencias no estaría de más promover un acercamiento a las teorías de modelos derivadas de las diferentes teorías morfológicas actuales: teoría de las catástrofes, teoría del caos, teoría de las estructuras disipativas, etc. En la bibliografía indicamos algunos trabajos fundamentales de René Thom, o Ilya Prigogine, entre otros.

²⁸ “Resulta curioso comprobar cómo el árbol ha dominado no sólo la realidad occidental, sino todo el pensamiento occidental, de la botánica a la biología, pasando por la anatomía, pero también por la gnoseología, la teología, la ontología, toda la filosofía...: el principio-raíz, Grund, rootz y fundations”, DELEUZE, Gilles & GUATTARI, Felix (1976), *Rizoma (Introducción)*, Pre-Textos, Valencia, p. 41.

de modelización del que han resultado –y siguen resultando– , como formas en crecimiento abierto a la realidad, las nuevas ciencias que organizan el conocimiento humano del siglo XXI.

9. Referencias

- ACKERMANN, R.J. (1989), "The New Experimentalism", *British Journal for the Philosophy of Science*, 40, pp. 185-190.
- ARANDA ANZALDO, Armando (1997), *La complejidad y la forma*, FCE. México.
- ARISTÓTELES, *Tratados de lógica II*, Gredos, Madrid, 1982.
- ATLAN, Henri (1979), *Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo*, Debate, Madrid, 1990.
- ATLAN, Henri (1986), *Con razón y sin ella. Intercrítica de la Ciencia y el Mito*, Tusquets, Barcelona, 1991.
- BAILER-JONES, Daniela M. (1999), "Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science", en MAGNANI, Lorenzo, and NERSESSIAN, Nancy (eds.) (2002), *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*, Dordrecht, Kluwer, pp. 23-40.
- BAILER-JONES, Daniela M. (2003) "When Scientific Models Represent", *International Studies in the Philosophy of Science* 17, pp. 59-74.
- BELTRÁN MARÍ, Antonio (1998), "T.S. Kuhn. De historia, de filosofía y de pájaros", en SOLÍS, Carlos (Ed.) (1998), *Alta tensión. Filosofía, sociología e historia de la ciencia*, Barcelona, Paidós, pp. 111-143.
- BLACK, Max (1962), *Modelos y metáforas*, Técnos, Madrid, 1966.
- BOGEN, James & WOODWARD, James (1988), "Saving the Phenomena", *The Philosophical Review*, 97, nº 3, pp. 303-352.
- BOURDIEU, Pierre (1997), *Meditaciones pascalianas*, Anagrama, Barcelona, 1999.
- BOURDIEU, Pierre (2003), *Los usos sociales de la ciencia*, Nueva Visión, Buenos Aires, 2008.
- BUENO, Gustavo (1970), *El papel de la filosofía en el conjunto del saber*, Ed. Ciencia Nueva, Madrid.
- BUENO, Gustavo (1978), "Conceptos conjugados", *El Basilisco*, Nº 1, marzo-abril, pp. 88-92.
- BUNGE, Mario (1980), *Epistemología*, Ariel, Barcelona, 1985.
- CALVO, David (2004), "Los tres contextos de la investigación científica: descubrimiento, modelización, justificación", en RIVADULLA, Andrés (Ed.) (2004), *Hipótesis y verdad en ciencia. Ensayos sobre la filosofía de Karl R. Popper*, Editorial Complutense, Madrid, pp. 179-191.
- CARTWRIGHT, Nancy (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Oxford: Oxford University Press.
- DELEUZE, Gilles & GUATTARI, Felix (1976), *Rizoma (Introducción)*, Pre-Textos, Valencia.
- ESPINOZA, Miguel (2008), "Meyerson y el rol de la causalidad y el determinismo en la ciencia", *THEMATA. Revista de Filosofía*, nº 40, pp. 167-178.
- FALGUERA, José L. (1994), "La Naturaleza Representacional de los Modelos", *Endoxa: Series Filosóficas*, nº 3, UNED, Madrid, pp. 7-29.
- FERREIRA, Miguel A. V. (2009), "Entre el cristal y el humo: paráfrasis de una epistemología heterodoxa", *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 3 (1), pp. 3-15
- FERREIRÓS, José y ORDÓÑEZ, Javier (2002), "Hacia una filosofía de la experimentación", *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 34, Nº 102, pp. 47-86.
- FEYERABEND, Paul (1975), *Tratado contra el método*, Técnos, Madrid, 1981.
- GALISON, Peter (1987), *How experiments end*, University of Chicago Press, Chicago
- GIERE, Ronald N. (2004), "How Models are used to Represent Reality", *Philosophy of Science*, 71 (December), pp. 742-752.

- GOODING, D., PINCH, T. J. y SCHAFFER, S. (1989), *The Uses of Experiment*, Cambridge University Press, Cambridge.
- HACKING, Ian (1982), "Experimentation and Scientific Realism", *Philosophical Topics*, 12:1, pp. 71-87.
- HACKING, Ian (1983), *Representar e intervenir*, Paidós, México, 1996.
- HESSE, Mary B. (1963), *Models and Analogies in Science*, Notre Dame, Sheed & Ward, London.
- IRANZO, Valeriano (2008), "El dilema del realismo experimental", *Episteme NS*, Vol. 28, Nº 1, pp. 59-88.
- KUHN, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago, 1996³.
- MAGNANI, Lorenzo, and NERSESSIAN, Nancy (eds.) (2002), *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*, Dordrecht, Kluwer.
- MEYERSON, Emile (1908), *Identidad y realidad*, Editorial Reus, Madrid, 1929.
- MOSTERIN, Jesús (1984), *Conceptos y teorías en la ciencia*, Alianza, Madrid, 1987².
- PARIS, Carlos (1951), "Emile Meyerson y el problema de la inteligibilidad de lo material", *Revista de Filosofía*, 10:37, pp. 239-269.
- PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (1998), *Árthra hê péphyken. Las articulaciones naturales de la filosofía*, Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante.
- PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (1999), "La filosofía de la ciencia de Gustavo Bueno", *El Basilisco*, 2ª Época, nº 26, pp. 15-42.
- PÉREZ HERRANZ, Fernando M. (2006), "El 'giro morfológico': la forma, condición del sentido", *Quaderns de filosofia i ciencia*, 36, pp. .
- PETITOT, Jean (2004), *Morphologie et Esthétique*, Maisonneuve & Larose, París.
- PICKERING, Andrew (1989), "Living in the Material World", en GOODING, D., PINCH, T. J. y SCHAFFER, S. (1989), *The Uses of Experiment*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 275-297.
- PICKERING, Andrew (1995), *The Mangle of Practice*, The University of Chicago Press, Chicago.
- POPPER, Karl (1934,1958), *La lógica de la investigación científica*, Técnos, Madrid, 1977.
- PRIGOGINE, Ilya (1982), *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Tusquets, Barcelona, 1997.
- PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle (1979/1986), *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1997.
- REICHENBACH, Hans (1938), *Experience and Prediction* (University of Chivado Press, Chicago).
- REICHENBACH, Hans (1951), *La Filosofía Científica*, México, F.C.E., 1967.
- RIVADULLA, Andrés (Ed.) (2004), *Hipótesis y verdad en ciencia. Ensayos sobre la filosofía de Karl R. Popper*, Editorial Complutense, Madrid.
- RIVADULLA, Andrés (2006), "Metáforas y modelos en ciencia y filosofía", *Revista de Filosofía*, Vol. 31, No. 2, pp. 189-202
- SOLÍS, Carlos (1997), "La revolución kantiana de Kuhn", *Endoxa: Series Filosóficas*, nº 9, UNED, Madrid, pp. 5-30.
- SOLÍS, Carlos (Ed.) (1998), *Alta tensión. Filosofía, sociología e historia de la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- SUPPE, Frederick (1974), *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, UNED, 1991.
- THOM, René (1977), *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Gedisa, Barcelona, 2008.
- WARTOFSKY, Marx W. (1968), *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1981.
- WOODWARD, James (1989), "Data and Phenomena", *Synthese*, 79, pp. 393-472.
- ZAMORA, Francisco (1994), "El último Kuhn", *Arbor CXLVIII*, 584, pp. 9-25.