

*Metáforas y modelos en ciencia y filosofía*¹

Andrés RIVADULLA

Resumen

El uso de metáforas y otros tropos en ciencia es objeto de creciente interés entre filósofos de la ciencia, sobre todo en su relación con los modelos teóricos. En este trabajo se analizan básicamente cuestiones tales como el valor cognitivo de las metáforas en ciencia, el papel de la analogía para la construcción de metáforas, y sobre todo, si los modelos son metáforas. A través del análisis de varios planteamientos actuales sobre la relación entre metáforas y modelos en ciencia, trato de hacer valer mi tesis de que la analogía juega un papel fundamental para propuestas metafóricas en ciencia, sólo una vez que disponemos de modelos teóricos en algún sentido *análogos*. Lo que no excluye empero que a veces la analogía también sea una guía para la creatividad científica.

Palabras clave: modelos, metáforas, analogía, filosofía de la ciencia

Abstract

The use of metaphors and other tropes in science receives nowadays growing attention among the philosophers of science, mainly when related to theoretical models. In this paper I analyse basically issues like the cognitive value of scientific metaphors, the role played by analogy in the constructions of metaphors, and, main-

¹ Investigación realizada en el marco del Grupo de Investigación de *Filosofía del Lenguaje, de la Naturaleza y de la Ciencia*, de referencia 930174, financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y la Universidad Complutense.

ly, the question of whether theoretical models are metaphors. Throughout the analysis of different current approaches to the relationships between metaphors and models in science, I claim that the analogy only plays a fundamental role in the metaphorical proposals in science after *analogue* theoretical models are at our disposal. This nonetheless does not preclude for the analogy to become sometimes a guide in scientific creativity.

Keywords: models, metaphors, analogy, philosophy of science

1. Introducción

Desde mediados de los años sesenta del siglo pasado, con la contribución pionera de Max Black en 1962, seguida por la de Mary Hesse en 1966, el interés por la relación entre metáforas y modelos en ciencia ha crecido de modo extraordinario. Hasta el punto de que hoy en día la literatura disponible sobre el tema se ha vuelto inmanejable. Basta recordar que ya en 1993 Black reconocía que el número de publicaciones sobre metáforas hasta 1971 rondaba los cuatro mil títulos.

Mi objetivo en este trabajo es dilucidar las relaciones entre modelos, metáforas y analogías en ciencia. Al respecto parto de la segunda acepción de término *metáfora* del *DRALE*, 22ª edición, 2001: Del griego μεταφορά, traslación, “Aplicación de una palabra o de una expresión a un objeto o a un concepto, al cual no denota literalmente, con el fin de sugerir una comparación (con otro objeto o concepto) y facilitar su comprensión; p. e., *el átomo es un sistema solar en miniatura*.” Como ésta, o cualquier otra versión de ella, es una metáfora recurrente en la literatura filosófica, a los efectos del presente trabajo, la voy a considerar una metáfora científica paradigmática.

2. La estructura de la metáfora

En el contexto de su *enfoque interactivo* de la metáfora Max Black (1966, pp. 53-54) distingue dos elementos en todo enunciado metafórico: el *principal* y el *subsidiario*: “El enunciado metafórico tiene dos asuntos distintos: uno ‘principal’ y otro ‘subsidiario’”, “La metáfora funciona aplicando al asunto principal un sistema de ‘implicaciones acompañantes’ característico del subsidiario”. Es pues claro que en nuestra metáfora paradigmática el asunto *principal* sería ‘el átomo’ y el subsidiario ‘sistema solar en miniatura’. Más adelante, Black (1993, pp. 27-28) cambiará la nomenclatura optando por distinguir en todo enunciado metafórico los asuntos *primario* y *secundario*, de forma que la expresión metafórica funciona ‘proyectando’

sobre el asunto primario un conjunto de ‘implicaciones asociadas’ que son predicables del asunto secundario: “En el contexto de un enunciado metafórico particular, los dos asuntos ‘interactúan’ de las formas siguientes: (a) la presencia del asunto primario incita al oyente a seleccionar algunas propiedades del asunto secundario, (b) le invita a construir un complejo paralelo de implicaciones que pueden cuadrar al asunto primario, y (c) induce recíprocamente cambios paralelos en el asunto secundario”. En nuestra metáfora paradigmática el asunto *primario* sería ‘el átomo’, y el *secundario* ‘sistema solar en miniatura’.

Richard Boyd (1993, p.485), para quien una de las metáforas que juegan un papel pedagógico o exegético es “la descripción de los átomos como ‘sistemas solares en miniatura’”, aplica la terminología de Black 1993 de asuntos *primario* y *secundario* en todo enunciado metafórico. Y lo mismo hace Arthur I. Miller (2000, p. 148), para quien el *enfoque interactivo* de la metáfora de Black se puede expresar de la forma siguiente: “*x funciona como si fuera un [y]*, donde el instrumento de la metáfora –*como si*– relaciona el asunto primario *x* con el asunto secundario *y*”. Curiosamente, para Miller, p. 151, “Bohr basó todo su razonamiento en la siguiente metáfora visual ...: *El átomo se comporta como si fuera un sistema solar minúsculo*. El instrumento de la metáfora –*como si*– señala una correspondencia (mapping), o transferencia, del asunto secundario (la mecánica celeste clásica con su imaginaria visual acompañante,...) a fin de explorar el asunto primario todavía no bien comprendido (el átomo).”

George Lakoff (1993, p. 245) rebautiza los componentes estructurales de todo enunciado metafórico. Caracteriza las metáforas como correspondencias (mappings) “entre entidades de un dominio fuente (source domain) y entidades de un dominio blanco (target domain)”. Esta nomenclatura la sigue Daniela Bailer-Jones (2002, p. 114), para quien “Una metáfora es una expresión lingüística en la que al menos una parte de ella es transferida (μεταφερειν) desde un dominio de aplicación (dominio fuente), donde es común, a otro (dominio blanco) en el que es inusual, o era probablemente inusual antes, cuando podría haber sido nuevo.” También Theodore L. Brown (2003, p. 33), un seguidor de la teoría lakoffiana de la metáfora conceptual, utiliza esta terminología: “La noción de metáfora es una taquigrafía de la forma ‘El dominio blanco es dominio fuente’”. Finalmente, Gentner y Jeziorsky (1993, p. 448) modifican ligeramente estos términos; hablan de dominio base en lugar de dominio fuente, pero mantienen la expresión de dominio blanco.

O sea, que concretando lo expuesto al caso de nuestra metáfora paradigmática *el átomo es un sistema solar en miniatura*, ‘el átomo’ sería el asunto principal, primario, o blanco, mientras que ‘sistema solar en miniatura’ sería el asunto secundario, subsidiario, fuente o base.

3. Cuestiones filosóficas de las metáforas

La proliferación de metáforas y catacresis es más que evidente en la ciencia contemporánea. Además de nuestra metáfora ‘paradigmática’: *el átomo es un sistema solar en miniatura*, nos encontramos con otras como:

- el núcleo atómico es como una de gota de líquido incompresible,
- las moléculas de un gas son como bolas de billar,
- el Universo es un fluido de galaxias,
- el cerebro es un ordenador orgánico,
- los electrones con niveles elevados de energía se encuentran en estados excitados,
- el caos determinista en meteorología es una manifestación del efecto mariposa,
- las partículas son como ondas, etc.

Y como casos de catacresis encontramos: estrella *negra*, *agujero negro*, *enana blanca*, *gigante roja*, materia *oscura*, energía *oscura*, *barrera* de potencial, *corriente eléctrica*, *flujo* de energía, *campo* (electromagnético, gravitacional, cuántico), *contaminación* lumínica, etc.

Ante tal profusión de tropos en el lenguaje de la ciencia no resulta extraño que en la literatura filosófica se hayan planteado cuestiones como:

- si las teorías científicas maduras emplean términos metafóricos;
- si estos términos refieren empíricamente;
- si los enunciados metafóricos pueden ser verdaderos;
- si las metáforas cumplen funciones meramente exegéticas, pedagógicas, o tal vez incluso heurísticas, o si también poseen valor cognitivo;
- si las metáforas son constitutivas de las teorías;
- si juegan algún papel en la articulación y el desarrollo de teorías maduras, etc.

Frente a quienes sólo ven en el uso de las expresiones metafóricas “una forma heurísticamente valiosa de enfrentarse a los datos”, Richard Boyd (1993, p. 519) mantiene que estas expresiones refieren. Para ello ofrece dos razones: *Primera*: que “seamos incapaces de *definir* los aspectos relevantes de semejanza o analogía entre los asuntos primario y secundario, no ... ofrece ninguna razón para dudar de que todas las expresiones metafóricas relevantes refieren”. Y *segunda*: “si la articulación y refinamiento de un cuerpo de metáforas que incluyen el mismo tema metafórico se muestra genuinamente fructífero en la construcción de teorías científicas, entonces la única explicación plausible es que muchas de las expresiones metafóri-

cas relevantes refieren, y que los enunciados metafóricos en cuestión –...– expresan verdades importantes”.

Por su parte, desde un planteamiento de *realismo científico moderado*, que sostiene la existencia de una estructura real del mundo, que la ciencia revela por medio de categorías y presuposiciones que mantienen una relación de *analogía* con el mundo real, Mary Hesse (1993, p. 51, pp. 53-55) mantiene que la *metáfora descriptiva* es cognitiva, que posee valor de verdad, y que es una forma de lenguaje, histórica y lógicamente previa al lenguaje literal, que constituye un caso límite del lenguaje metafórico.

Finalmente, en su enfoque interactivo Black defiende una teoría cognitiva de la metáfora, mitigada por el supuesto de que las metáforas proporcionan meras *perspectivas* desde las que contemplar el mundo. En este sentido tendría razón Bustos (2000, p. 129) cuando afirma que la concepción de la metáfora de Black plantea un desafío para una concepción representacionista del lenguaje.

Anticipándose a todos ellos, Ortega y Gasset, citado por Navarro Cordón (2004, pp. 165-166) considera justificado hablar de ‘verdad metafórica’, pues la metáfora es para él “un modo esencial de intelección, un proceder del conocimiento justo allí donde se hace intelectivamente limitado el poder del concepto.” Ahora bien, como a su vez, el pensar “ni es una copia de ‘lo real’, ni una construcción de lo real... sino que es una interpretación de la cosa misma sometiéndola a traducción”, resulta que “El ser metafórico significa un *ser como*, un modo de ser que ciertamente no es el ser real, sino un ‘como-ser, un cuasi-ser’.” (p. 188) Lo que es plenamente coherente con la idea orteguiana de *mundo* como *mundo interpretado*, donde el lenguaje es el vehículo de la interpretación. Ello convierte a todo lenguaje en metafórico.

4. Analogía y modelos y metáforas en ciencia

Una de las cuestiones que destaca con fuerza en el tema de nuestra discusión es el enorme papel que la *analogía* juega en la metáfora en ciencia, y que permite dar el paso hacia un tratamiento conjunto de metáforas y modelos. En efecto, ya Black (1966, p. 234) había observado que “El empleo de modelos teóricos se asemeja al uso de metáforas por requerir la transferencia analógica de un vocabulario: la metáfora y la construcción de modelos revelan relaciones nuevas –ambas son intentos de poner contenido nuevo en odres viejos.” Por su parte, Thomas Kuhn (1993, p. 538) en su crítica a la contribución de Boyd también se refiere a la vinculación posible entre modelos y metáforas, pero, tomando como referencia la metáfora paradigmática, rebaja la importancia del componente metafórico y destaca el aspecto de modelo: “El modelo atómico de Bohr fue propuesto para ser tomado sólo más o menos literalmente; los electrones y núcleos no se pensaron exactamente como pequeñas

bolas de billar o de ping-pong; sólo algunas de las leyes de la mecánica y de la teoría electromagnética se pensaron que les eran de aplicación; encontrar éstas y dónde residían las semejanzas con las bolas de billar constituyó una tarea central en el desarrollo de la teoría cuántica. Además, cuando este proceso de exploración de las semejanzas potenciales llegó tan lejos como fue posible (nunca fue completado), el modelo permaneció como esencial a la teoría”. Dicho de otro modo, parece que para Kuhn –contra Boyd– es el modelo la herramienta con la que nos manejamos científicamente, y no la metáfora.

La cuestión central entonces desde mi punto de vista es: *¿Son los modelos metáforas?*. Max Black (1993, p. 30) se confiesa impresionado por las estrechas conexiones entre las nociones de modelos y metáforas. Para él “Todo el complejo de implicaciones que apoya el asunto secundario de una metáfora es un *modelo* de las adscripciones imputadas al asunto primario: Toda metáfora es el aviso de un modelo sumergido.” En nuestra metáfora paradigmática, el sistema solar en miniatura ofrecería un modelo para el átomo. Además, continuando con su idea ya defendida en 1962, Black sostiene que “Hay una semejanza, analogía o, más generalmente, una identidad de estructura entre el complejo secundario de implicaciones de una metáfora y ... el complejo primario de implicaciones. En ‘La pobreza es un crimen’, ‘crimen’ y ‘pobreza’ son nodos de redes isomórficas, en las que las aserciones sobre crimen se relacionan una a una con los enunciados correspondientes sobre pobreza. Por lo tanto se puede decir que en toda metáfora media una analogía o correspondencia estructural.” Más aún, las metáforas, concluye Black, p. 39, proporcionan “una idea de los sistemas a que se refieren. De esta forma pueden generar, y a veces lo hacen, una idea acerca de ‘cómo las cosas son’ realmente.” Aplicado a nuestra metáfora paradigmática, estaríamos hablando de una cierta identidad de estructura entre ‘átomo’ y ‘sistema solar en miniatura’, y que la metáfora atómica planetaria proporcionaría una idea de cómo es realmente el átomo. Esto parece un despropósito, mitigado no obstante por la idea del propio Black (1993, p. 38) de que “el mundo es necesariamente un mundo *bajo una cierta descripción* –o un mundo visto desde una cierta perspectiva”, y que las metáforas pueden crear tales perspectivas.

Vamos pues a centrarnos en el papel que la analogía juega tanto en metáforas como en modelos, en el que nuestra metáfora paradigmática va a estar siempre presente:

I. Para Gentner y Jeziorsky (1993) la analogía es un caso especial de metáfora. Ambas son “centrales en el pensamiento científico. Figuran en el descubrimiento, como en la analogía de Rutherford del sistema solar para el átomo” (p. 447). Entienden la analogía como “una correspondencia de conocimiento (mapping of knowledge) de un dominio (el base) a otro (el blanco) tal que el sistema de relaciones que vale (holds) entre los objetos base también vale (holds) entre los objetos

blanco [...] Consideremos por ejemplo la analogía de Rutherford entre el sistema solar y el átomo de hidrógeno (...) Aquí el sistema relacional común más profundo es el sistema causal de fuerza central” (pp. 448-449). Está claro pues que ambos usan el término analogía donde normalmente empleamos el término metáfora.

II. Para Harré, Aronson y Way (2000, p. 4), también “La analogía es una propiedad central de todas las relaciones de modelación (modelling relations).” Y añaden inmediatamente que “los análogos deben tener semejanzas a lo que modelizan”. Donde por modelo entienden “una correspondencia *parcial* (*partial mapping*) entre el modelo y el sistema modelado.” La cuestión que ambos se plantean entonces es qué es lo que determina entre qué partes se ha de establecer la correspondencia.

Harré *et al.* (pp. 4-5) se proponen criticar la concepción tradicional de comparación de los modelos. Según ellos esta concepción no permite discriminar las analogías positivas de las negativas. Para ello proponen imaginar “las propiedades del sistema solar (el modelo) y las del átomo (la entidad modelada). Algunas semejanzas parecen obvias: entidades que tienen una órbita elíptica (planetas/electrones) en torno a un objeto central (sol/núcleo). Pero, ¿por qué constituye esto una correspondencia obvia? ¿Por qué hacemos corresponder sólo *algunas* de las propiedades físicas y estructurales que están presentes?” Mi respuesta podría ser: porque en realidad el sistema solar no ofrece tanto una ocasión para un modelo como para una metáfora, de forma que el modelo atómico planetario de Rutherford-Bohr con todas sus implicaciones físico-matemáticas sería él mismo el modelo teórico, que meramente se sirve de la metáfora planetaria, la cual es simplemente accesoria, contingente.

La cuestión es si tal vez ellos buscan algo que no se puede encontrar, porque no existe. Proponen una nueva concepción de semejanza. En base a ella “El sistema solar es una fuente de modelo planetario para el átomo porque ambos son subtipos o ejemplos del mismo supertipo general. Ambos heredan sus propiedades de la ley del campo central de fuerzas” (p. 7). Pero precisamente esto es lo que refuerza mi idea de que el modelo planetario ofrece más bien ocasión para una metáfora, no tanto un modelo para el átomo. En efecto, el modelo atómico de Bohr no se construye a imagen y semejanza del modelo planetario, sino que cuando el modelo atómico está construido se constata la semejanza con el planetario. De modo que es la analogía la que provoca la metáfora. ¡Para que se pueda establecer la analogía ambos modelos tienen que estar previamente configurados! De hecho estos autores están asumiendo este punto de vista cuando aseveran (pp. 7-8) que la razón por la cual el sistema solar constituye un modelo para el átomo es que “hay ya una ontología del mundo en la que los conceptos y relaciones para la noción de campo central de fuerza ya están instanciados.” Pero en mi concepción esto no hace sino reforzar la idea de que la analogía se establece entre dos modelos ya configurados, pre-

existentes, en los que la fuerza central es definatoria de ambos. Pero es la analogía la que es responsable de la metáfora planetaria para el modelo más reciente (el atómico) con respecto del ya conocido (el planetario). O sea, que el modelo solar no sirve de modelo del modelo atómico, pero sí hace posible la metáfora planetaria del átomo (en la física cuántica antigua).

III. También para Arthur Miller (2000, p. 147) las metáforas constituyen una parte esencial de la creatividad científica. Según Miller la creatividad científica consiste en “la capacidad del científico para crear algo nuevo relacionándolo con algo ya realizado o comprendido”. Esto es completamente correcto (ver por ejemplo la analogía del modelo atómico de capas en física nuclear en Rivadulla 2004, pp. 149-150), pero Miller se muestra incapaz de sacarle todo el jugo, al desenfocar el papel que él atribuye a la metáfora en ciencia.

Miller asume que hay una clara relación entre modelo y metáfora. Es más, asevera (p. 150): “podemos definir un *modelo* como una *metáfora* interactiva en la que la tensión entre los asuntos primario y secundario es débil”. Que el lenguaje de la ciencia es tropológico, los modelos son metáforas que funcionan como analogías, y a veces las entidades metafóricas devienen físicamente reales, son algunas de sus tesis. Pero en su uso casi literal de nuestra metáfora paradigmática: “el átomo se comporta *como si* fuera un sistema solar en miniatura” (p. 151), Miller considera que “el instrumento de la metáfora –*como si*– señala una correspondencia, o transferencia, del asunto secundario (la mecánica clásica celeste con su imaginaria visual acompañante,...) a efectos de explorar el asunto primario (el átomo) todavía no bien comprendido.” Y en mi opinión esto es un error. Al margen de la cuestión acerca de si el objeto secundario está bien comprendido o no (es claro que el modelo celeste Newtoniano para el sistema solar no lo está), lo que es un error es pretender que por medio de la metáfora paradigmática *el átomo es un sistema solar en miniatura* contribuimos a comprender el átomo. La analogía entre ambos asuntos, primario y secundario, sólo se puede establecer si el asunto primario es conocido, esto es: si hay una teoría o modelo teórico para él. O sea, si es tan ‘conocido’ como el secundario. Sólo la comparación de ambos modelos teóricos hace posible la analogía. Dicho de otra manera: sólo si la física implícita en los modelos ‘planetarios’ de Rutherford y Bohr está asumida, podemos comparar tales modelos con el modelo planetario solar, y constatar las analogías positivas y negativas. Posteriormente podemos tirar de la metáfora. A alguien que desconociera la física inherente a los modelos ‘planetarios’ de Rutherford y Bohr, las metáforas *el átomo se comporta como si fuera un sistema solar en miniatura* y *el átomo es un sistema solar en miniatura* no darían más que una idea vaga –si no incluso completamente errónea– de lo que es un átomo. El planteamiento de Miller no me parece pues que justifica su afirmación moderada (p. 163) de que “Tratándose de instrumentos de exploración, las metáforas dan entrada a mundos posibles.”

IV. La pregunta acerca de si los modelos son metáforas interesa también a Daniela Bailer-Jones (2000). Para ella tiene sentido considerar que al menos algunos modelos son metafóricos, lo que justifica basándose en las siguientes circunstancias:

- a) El desarrollo del modelo se ha basado en una analogía con casos relacionados
- b) La inspiración para el desarrollo del modelo se construye sobre mecanismos familiares previamente conocidos.

(Las demás circunstancias c y d me parecen menos relevantes. Por ello no las menciono).

Ahora bien, estas circunstancias se aplican unas veces, pero otras no, o no tan claramente. Aunque son tan generales que tanto su verificación como su refutación resulta difícil de realizar. Así, la afirmación de que un modelo es metafórico es engañosa, o se presta a confusión. Un modelo teórico en sí no es más que una herramienta falible para manejarnos predictivamente con un fenómeno o un dominio limitado de fenómenos. Su objetivo es *salvar los fenómenos* o facilitar *predicciones empíricamente comprobables* acerca de los dominios empíricos de su competencia. Su aceptación depende exclusivamente de su éxito empírico. Y aunque se refieren desde luego a algo que existe independientemente, el acceso al Mundo está mediado por ellos. No pudiendo ser juez y parte en la 'tarea cognitiva', no se puede decir de ellos que representen el mundo de forma precisa, o ni siquiera de forma menos rigurosa como la semejanza, u otra. Así hablamos del modelo celeste newtoniano, del modelo bayesiano de inferencia, del modelo de colapso gravitacional de luminosidad estelar, de los modelos cosmológicos de big-bang, de modelos matemáticos de evolución de poblaciones, etc. Por tanto nada que ver con una metáfora.

Además no siempre un modelo se basa en una analogía ni se construye sobre mecanismos familiares previamente conocidos. Por ejemplo, el modelo celeste newtoniano. Lo más parecido a él era la idea de *anima motrix* de Kepler o de magnetismo de Gilbert-Kepler. El modelo bayesiano de inferencia lo podemos considerar hoy por hoy como un modelo matemático de inducción eliminativa de Bacon, aunque el artículo de Bayes de 1763 no haga la menor referencia a ello. Los modelos cosmológicos big-bang de Friedmann-Lemaître son una pura consecuencia matemática de las ecuaciones de campo de Einstein, y carecen de antecedentes. Esto no obsta para que sí podamos referirnos a los modelos, o nombrarlos, metafóricamente, como cuando decimos que un cuerpo negro es una cavidad radiante, un electrón es una cuerda vibrante, o un átomo es un sistema solar en miniatura. En el bien entendido de que antes de referirnos metafóricamente a ellos es necesario tener un modelo teórico de cuerpo negro, de electrón, o de átomo.

Es cierto no obstante que no podemos pasar por alto el hecho de que muchos modelos se construyen por analogía con otros modelos previamente disponibles. Por ejemplo el modelo nuclear de capas, por analogía con el modelo atómico de capas. Esto supone que la analogía juega a veces un papel importante como *ars inveniendi* en ciencia. Bailer-Jones (2002, p. 110) le otorga incluso el papel de relevancia cognitiva: Así, en 2002, p. 114, asevera que “la analogía es una de las estrategias cognitivas disponibles para la creatividad científica de la que resultan los modelos científicos”. Lo que posiblemente se debe al aliento realista que desprende su concepción de los modelos como descripciones parciales². Yo no comparto este punto de vista, pero sí está claro a partir de lo que he dicho, que concuerdo con ella en que “Parece plausible que el desarrollo de modelos de nuevos fenómenos se beneficia, en muchos casos, de consideraciones de analogías con otros modelos más familiares ya existentes, incluso si éstos parecen pertenecer a fenómenos completamente diferentes” (2002, p. 112). No obstante no estoy seguro de que ella y yo entendamos lo mismo cuando afirmamos que la postulación de un modelo ocurre a veces por analogía con otro. Ella sostiene por ejemplo (2002, pp. 113-114) que “el modelo atómico de Bohr se basó en el sistema solar”. Y yo pienso que no, y basta ver los postulados del modelo atómico de Bohr para convencerse de que la cosa era más complicada que eso. En todo caso, lo que Bohr pretendió es seguir manteniendo el modelo planetario de Rutherford, eliminando su inviabilidad física, y ampliando su estructura física con las nuevas hipótesis cuánticas (Cfr. Rivadulla 2003, pp. 164-166 y 178-182).

Bailer-Jones (2002) parece exagerar las afinidades entre modelos y metáforas. Así, en p. 118 sostiene que “Modelos y metáforas explotan la estrategia de entender algo en términos de otra cosa mejor comprendida y más familiar”. En p. 123 afirma que “Ciertos modelos son considerados metafóricos en el sentido de que ha tenido lugar una transferencia de un dominio a otro,..., p. e. el modelo atómico de Bohr”. En p. 124 reitera que “Algunos modelos científicos pueden ser analizados como metáforas porque sus formulaciones implican una transferencia de concepciones de un dominio diferente (... , modelo atómico de Bohr).” Finalmente una última afinidad entre modelos y metáforas: “Los modelos científicos parecen ser,..., tan centrales en la práctica científica para describir y comunicar aspectos del mundo empírico, como las metáforas lo son en el lenguaje ordinario” (p. 124).

Mi tesis es que la analogía es ciertamente fundamental para la construcción de

² “Un modelo es una descripción interpretativa de un fenómeno que facilita el acceso a este fenómeno.(...) los modelos tienden a ser solamente descripciones parciales” (2002, 108-109). O también: “Un modelo es una interpretación de un fenómeno empírico. Como tal es una descripción, aunque una descripción parcial no propuesta para cubrir todos los aspectos del fenómeno en cuestión,...” Bailer-Jones (2002, p.124)

metáforas. Pero evidentemente, no todo lo que se basa en una analogía es una metáfora. El término *modelo metafórico* hay que usarlo con cuidado. Reconozco con Bailer-Jones (2002, 114-115) que “La afirmación de que los modelos científicos son metáforas está ligada al hecho de que a menudo una analogía se usa para construir un modelo sobre un fenómeno.” *Pero yo sostengo que ni todo modelo se basa necesariamente en una analogía, ni toda analogía produce una metáfora.*

V. De acuerdo con George Lakoff (1993, p. 245), la metáfora, cuya naturaleza, según él, no es lingüística, sino conceptual, es el mecanismo principal por el que comprendemos conceptos abstractos y llevamos a cabo razonamientos abstractos. La metáfora, asume Lakoff, “nos permite comprender un asunto relativamente abstracto o intrínsecamente desestructurado en términos de un asunto más concreto o por lo menos más altamente estructurado.” Además, las correspondencias metafóricas obedecen al Principio de Invariancia: “La estructura imagen del dominio fuente se proyecta sobre el dominio blanco en forma consistente con la estructura inherente de éste”.

Esta concepción no casa con mi punto de vista. Retomemos nuestra metáfora paradigmática. No comprendemos mejor lo que es un átomo porque recurramos a la metáfora del sistema solar o planetario. Pues si no dispusiéramos previamente de un modelo teórico de átomo, con todas sus implicaciones físico-matemáticas, ni siquiera podríamos pensar en él como un pequeño sistema solar. *La metáfora es siempre posterior a la constatación de analogías entre modelos teóricos preexistentes. Estas analogías no revelan isomorfías entre las estructuras de los dominios fuente y blanco, que desde luego pueden estar altamente estructurados.* La metáfora atómica planetaria sólo es posible por el hecho de que el conocimiento de las estructuras supuestas entre ambos dominios facilita el establecimiento de analogías.

VI. La teoría conceptual de la metáfora intenta aplicarla Theodore L. Brown (2003, p. 14) a la ciencia. Para ello mantiene como central la tesis de que “el razonamiento metafórico se sitúa en el corazón de lo que los científicos hacen cuando diseñan experimentos, realizan descubrimientos, formulan teorías y modelos, y presentan sus resultados a otros; en suma: cuando hacen ciencia y la comunican.” El objetivo de toda metáfora es extender y realzar la comprensión del dominio blanco. En ciencia cumplen un papel explicativo y estimulan nuevos experimentos. Finalmente, que los modelos son metáforas ampliadas que producen implicaciones metafóricas que influyen en las formas en que el modelo es comprendido y aplicado, y que los científicos comprenden el mundo en términos de conceptos metafóricos, son otras tantas tesis de Brown. Así el modelo atómico de *chirimoya* de Thomson, y los modelos de Rutherford y Bohr serían metáforas. Análogamente

ocurre si consideramos que *masa es cantidad de materia* o *entropía es medida de desorden molecular* son metáforas. Y no habría mayor inconveniente en ello. Lo que sucede en que la física no se queda sólo en esto. Los conceptos de *masa* y *entropía* no son comprendidos meramente a través de estas metáforas, ya sean lingüísticas o conceptuales. La física sólo las usa cuando establece medidas de las mismas. Así, la segunda ley de la dinámica newtoniana o la magnitud del cuadrimomento en teoría de la relatividad dan la medida de la masa de un objeto; y la segunda ley de la termodinámica estadística hace lo propio con la entropía. Por algo la física se caracteriza por el uso de conceptos cuantitativos.

Es muy fácil pasar de reconocer el uso más o menos profuso de metáforas en ciencia a afirmar que todo en ciencia es metáfora y que nuestra comprensión del mundo es ampliamente metafórica. Pero ¡ajojo! la ciencia, en particular la física, es cuantitativa. Por tanto difícilmente puede ser esencialmente metafórica o cualitativa.

Para concluir voy a hacer una breve referencia a otro tipo de objetos de uso muy frecuente en ciencia, las imágenes visuales, susceptibles de un análisis filosófico con trazos paralelos o incluso superponibles a los aquí analizados sobre las metáforas. Susana Gómez López (2005), de forma pionera en la literatura filosófica española, ha señalado muchos de los interrogantes que acompañan al uso científico de imágenes, ilustraciones, diagramas, etc., apenas detectados por los filósofos de la ciencia: su utilidad didáctica o pedagógica, o su uso como “instrumento de convicción y divulgación de valores, ideas y visiones de la naturaleza” (Gómez López, 2005, p. 86), las diferentes funciones que cumplen en ciencia, su relación con los modelos científicos, la cuestión acerca de si son parte integrante del razonamiento científico, etc. Interesante es su conclusión final (p. 116), donde subraya que “buena parte de la actividad científica se elabora basándose en estos modelos visuales que sustituyen al mundo y no en la experiencia directa de los objetos y fenómenos.” Ello subraya mi opinión de que el proceso de creatividad científica no está sometido a reglas rigurosas, una idea que cada vez cala más entre los filósofos de la ciencia que se separan de la concepción heredada y sus flecos.

5. Metáforas y filosofía de la ciencia

El uso de metáforas está muy extendido en filosofía de la ciencia, por ejemplo cuando hablamos de las metáforas evolucionista o revolucionaria del progreso científico, o de las metáforas económicas, etc. Por no hablar de la aplicación del término *modelo* cuando nos referimos a los modelos de razonamiento científico, a los modelos de cambio científico, a los modelos de explicación científica, o a los modelos de Popper, Lakatos o Laudan sobre refutaciones científicas, etc.

Karl Popper había usado dos metáforas para ayudar a comprender su filosofía de la ciencia. Al inicio del capítulo tres de su *Lógica de la investigación científica*, sugería que

La teoría es la red que lanzamos para apresar ‘el mundo’ –para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo. Trabajamos para hacer cada vez más finas las mallas de la red.

Una metáfora a la que recurre de nuevo en (1982, pp. 42-43):

Veo nuestras teorías científicas como invenciones humanas –redes diseñadas por nosotros para captar el mundo. [...] Las teorías no son *sólo* instrumentos. Buscamos la verdad: testamos nuestras teorías con la esperanza de eliminar aquellas que no son verdaderas. De esta forma podemos lograr mejorar nuestras teorías –incluso como instrumentos. A saber: construyendo redes cada vez mejor adaptadas para capturar nuestro pescado, el mundo real.

La otra es la más conocida imagen de Einstein y la ameba en *Conocimiento Objetivo*, 1972. La diferencia principal entre Einstein y la ameba reside, según Popper, en que, aunque ambos aplican el método del ensayo y el error, a fin de solucionar problemas, Einstein se comporta frente a las teorías de manera decididamente crítica, cosa que la ameba no puede hacer frente a sus expectativas.

Podríamos preguntarnos si las teorías se parecen más a redes o a amebas. Consideradas como instrumentos, las teorías son especies de redes que tratamos de mejorar continuamente. Ciertamente puede suceder que algunas redes estén tan especializadas para determinadas faenas que sería un craso error usar otras o usarlas para otras. Pero cuando una teoría no tiene determinado de modo preciso su dominio de aplicación, o incluso cuando una teoría es tan exitosa que despierta grandes expectativas, la teoría es como una ameba que va lanzando tentativamente su pedúnculo, a fin de explorar nuevos terrenos. Es sabido que no siempre tiene éxito en el empeño, pero el fracaso no comporta necesariamente su muerte.

Referencias bibliográficas

- BAILER-JONES, D. M. (2000): “Scientific Models as Metaphors”. In F. Hallyn (ed.), *Metaphor and Analogy in the Sciences*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- BAILER-JONES, D. M. (2002): “Models, Metaphors and Analogies”. In Peter Machamer and Michael Silberstein (eds.), *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*, Blackwell Publishers, Oxford.
- BLACK, M. (1962), *Models and Metaphors*, Cornell University Press, Ithaca, New York. Versión española: *Modelos y Metáforas*, Tecnos, Madrid, 1966 (citado por esta edición).

- BLACK, M. (1993): "More about metaphor". In Andrew Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, Second Edition, Cambridge Univ. Press.
- BOYD, R. (1993): "Metaphor and theory change: What is 'metaphor' a metaphor for?". In A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, Second Edition, Cambridge Univ. Press.
- BROWN, T. L. (2003), *Making Truth. Metaphor in Science*, University of Illinois Press, Urbana and Chicago.
- DE BUSTOS, E. (2000), *La Metáfora. Ensayos transdisciplinarios*, F. C. E., Madrid.
- GENTNER, D. & Jeziorski, M. (1993): "The shift from metaphor to analogy in Western science". In A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*.
- GÓMEZ LÓPEZ, S. (2005): "Modelos y representaciones visuales en la ciencia". *Escritura e Imagen*, Vol. 1, 83-116.
- HARRÉ, R.; J. L. ARONSON & E. C. WAY (2000): "Apparatus as Models of Nature". En F. Hallyn (ed.), *Metaphor and Analogy in the Sciences*.
- HESSE, M. (1966), *Models and Analogies in Science*, University of Notre Dame Press, Notre Dame, Indiana.
- HESSE, M. (1993): "Models, Metaphors and Truth". En F. R. Ankersmit and J. J. A. Mooij, *Knowledge and Language*, vol. III: *Metaphor and Knowledge*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- KUHN, T. (1993): "Metaphor in Science". En A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*.
- LAKOFF, G. (1993): "The contemporary theory of metaphor". In A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, Second Edition, Cambridge Univ. Press.
- MILLER, A. I. (2000): "Metaphor and Scientific Creativity". In F. Hallyn (ed.), *Metaphor and Analogy in the Sciences*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- NAVARRO CORDÓN, J. M. (2004): "Metáfora e Interpretación. Un giro hermenéutico aislado". En Juan M. Navarro Cordón (coordinador), *Perspectivas del Pensamiento Contemporáneo*, Vol. I: *Corrientes*, Editorial Síntesis, Madrid.
- POPPER, K. (1935), *Lógica de la investigación científica*. Versión española en Ed. Tecnos, Madrid.
- POPPER, K. (1972), *Conocimiento Objetivo*. Versión española en Ed. Tecnos, Madrid
- POPPER, K. (1982), *Universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo*. Versión española en Ed. Tecnos, Madrid.
- RIVADULLA, A. (2003), *Revoluciones en Física*, Editorial Trotta, Madrid.
- RIVADULLA, A. (2004), *Éxito, Razón y Cambio en Física. Un enfoque instrumental en teoría de la ciencia*, Editorial Trotta, Madrid.

Andrés Rivadulla
 Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia
 Universidad Complutense de Madrid
 arivadulla@filos.ucm.es