

El problema de las clases naturales en química: consideraciones acerca del esencialismo kripkeano desde la filosofía de la química.

The problem of natural kinds in chemistry: considerations about Kripkean essentialism from the philosophy of chemistry

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo consiste en analizar y cuestionar algunas tesis esencialistas respecto del problema de las clases naturales, en particular las tesis semánticas y metafísicas de Saul Kripke, las cuales afirman que existen clases naturales que poseen propiedades esenciales científicamente descubiertas. Los argumentos que el trabajo expone parten de considerar la práctica científica química y los desarrollos en filosofía de la química. Como aporte positivo al problema de las clases naturales en química, el trabajo persigue defender la viabilidad de una posición alternativa al esencialismo sin caer en el convencionalismo: un pluralismo ontológico con raíces kantianas.

PALABRAS CLAVES: clases naturales – filosofía de la química – esencialismo – pluralismo ontológico – agua

SUMMARY: The aim of this paper is to analyze some essentialist theses about the problem of natural kinds, particularly, Kripke's semantic and metaphysical theses, which claim that there are natural kinds with essences scientifically discovered. The arguments presented in this paper begin by considering the scientific practice of chemistry and the developments of philosophy of chemistry. As a positive thesis contribution to the problem of natural kinds in chemistry, this paper aims to defend the viability of an alternative approach to essentialism without having to embrace any conventionalism: a Kantian-rooted ontological pluralism.

KEY WORDS: natural kinds – philosophy of chemistry – essentialism – ontological pluralism – water

1.- Introducción

El problema de las clases naturales abarca una amplia gama de preguntas de índole tanto ontológica como metafísica y semántica: ¿*existen* clases naturales? Si existen, ¿qué propiedades tienen? ¿En virtud de qué son *naturales*? Nuestros términos del lenguaje natural como ‘agua’, ‘oro’, ‘tigre’, ¿a *qué* refieren? La química es, probablemente, la ciencia que ofrece los ejemplos más paradigmáticos de clases naturales: las diferentes muestras de su estudio se agrupan como

diversos elementos químicos, y éstos, a su vez, forman diferentes compuestos. Si existen clases naturales, entonces el orden de los objetos particulares en estas clases no responde a criterios humanos. En este caso, resulta razonable suponer que una de las tareas de la química consistiría en revelar cuáles son las clases naturales objeto de su estudio y cuáles son sus propiedades fundamentales. Sin embargo, esta cuestión es tema de debate y el problema de las clases naturales resulta un punto de encuentro y discusión sumamente interesante entre la filosofía y la química.

La discusión acerca de qué son las clases naturales y a qué refieren ha estado marcado por dos posiciones opuestas: convencionalismo y esencialismo. Según el primero, las clases naturales son meras agrupaciones convencionales de particulares, es decir, que responden a criterios puramente humanos que no implican un correlato natural. El esencialismo, en cambio, sostiene no solo que existen clases naturales, sino también que estas clases tienen esencias, es decir, poseen una propiedad o un conjunto de propiedades que las identifica como tales. Si bien desde las primeras décadas del siglo XX, con la fuerte influencia del neo-positivismo del Círculo de Viena, la filosofía de la ciencia adoptó una posición empirista y anti-metafísica que contribuyó a interpretaciones no esencialistas, en las últimas décadas del siglo el esencialismo fue revitalizado a partir de los trabajos de Saul Kripke (1972, 1980), quien abordó el problema de las clases naturales desde un punto de vista semántico y externalista: ciertos términos generales, como los llamados términos de masa [*mass nouns*], designan clases naturales como oro, agua, hierro, etc., las cuales poseen propiedades esenciales descubiertas por la investigación científica; es tal investigación la responsable de establecer las condiciones necesarias y suficientes para determinar de manera unívoca si una muestra o ejemplar x pertenece o no a una clase determinada. De esta manera, ciertos términos generales del lenguaje natural, como ‘agua’, son pensados como *designadores rígidos*, ya que la clase natural a la que refieren posee una esencia necesaria y empíricamente descubierta. Esto legitima la formación de *oraciones de identidad teórica* [*theoretical identity sentences*] como ‘agua es H_2O ’. Una oración tal, bajo la semántica de Kripke, es una oración metafísicamente necesaria y *a posteriori*, si es verdadera¹.

Si bien el convencionalismo muestra inmediatamente sus límites, el esencialismo incurre en una serie de supuestos que no tienen fundamento en la práctica científica: la supuesta dicotomía entre esencialismo y convencionalismo es aparente. En efecto, el debate tradicional sobre clases naturales ha sido abordado desde posiciones pre-críticas, ya sea asumiendo un empirismo radical o suponiendo que es posible conocer el mundo externo a partir del “Ojo de Dios”: nuestros términos del lenguaje pueden referir directamente a un mundo externo que es independiente del sujeto que experimenta y conoce este mundo. Esto condujo a que la discusión acerca de qué son las clases

¹ Las mismas observaciones pueden hacerse respecto de la posición de Putnam (1975) que comparte los rasgos esenciales y que por motivos de espacio no incluiré en el trabajo.

naturales se desarrollara en el dominio de la filosofía del lenguaje, a partir de la búsqueda de una teoría de la referencia para términos que involucran clases.

El presente trabajo tiene dos objetivos. Por un lado, busca objetar tesis esencialistas respecto de clases naturales en química que han sido propuestas en el dominio de la filosofía del lenguaje. Para ello, tomaremos como ejemplo la semántica externalista de Kripke, negando que los términos de masa puedan ser concebidos como designadores rígidos y, por lo tanto, negando la posibilidad misma de construir *oraciones de identidad teórica* que sean *necesarias y a posteriori*. Por otro lado, el trabajo persigue defender la viabilidad de una tercera posición entre el convencionalismo y el esencialismo: un pluralismo ontológico con raíces kantianas. Según este punto de vista, no existe una ontología privilegiada e independiente de los esquemas conceptuales que los sujetos utilizan para conocer el mundo empírico. De esta manera, esta posición, ni esencialista ni convencionalista, se muestra como la estructura conceptual y filosófica más coherente y consistente con la práctica de la química.

El trabajo se ordena siguiendo el siguiente esquema. En la Sección 2, se exponen los rasgos fundamentales de la tesis kripkeana de los nombres propios como designadores rígidos y su extensión a los términos generales de clases naturales. En la Sección 3, se explicitan los supuestos semánticos, epistémicos y metafísicos sobre los cuales se asienta la argumentación kripkeana. En la Sección 4, se analiza la oración de identidad teórica paradigmática de Kripke, para objetar, a la luz de la propia práctica científica y asumiendo los supuestos de la propia semántica externalista, que la rigidez pueda extenderse a los términos de masa y, con ello, puedan formularse oraciones de identidad teórica tal como Kripke pretende hacerlo. En la Sección 5, por un lado se responde a posibles críticas que un semántico externalista podría realizar a las objeciones hechas con anterioridad y, por otro, se plantea cómo en otras áreas surgen problemas similares si se adopta un enfoque kripkeano. Finalmente, en la Sección 6 se desarrollan las tesis fundamentales del pluralismo ontológico, mostrando por qué resulta una posición metafísica y semántica más acorde con la práctica científica de la química.

2.- Semántica externalista y términos de clases naturales

2.1.- Extensión de la teoría de los nombres propios a términos de clases naturales

La tesis fundamental e intuitiva –como la denomina Kripke– que se sostiene en la Conferencia I de *Naming and Necessity* (1980) consiste en establecer que los nombres propios son *designadores rígidos* (Kripke 1980, p. 51):

Definición 1: Un término singular es un designador rígido si en todo mundo posible designa al mismo objeto (Kripke 1980, p. 51).

Kripke defiende ciertas tesis sobre los nombres propios que luego serán retomadas para el caso de los términos de clases naturales. Así, sostiene que:

- (i) Los nombres *son* designadores rígidos. Esto significa que un nombre designa al mismo objeto en todo mundo posible.
- (ii) Los nombres propios no son descriptivos, *i.e.*, no son sinónimos de alguna descripción (flexible) o un cúmulo de descripciones.
- (iii) El referente de un nombre propio es fijado de dos maneras posibles: a) por un bautismo ostensivo, o b) mediante una descripción.
- (iv) Las oraciones de identidad entre diferentes nombres (o designadores rígidos) son *necesarias* y, a menudo, conocidas *a posteriori*.

Kripke utiliza los términos ‘necesario’ y ‘a posteriori’ de una manera no ortodoxa y que supone una nueva manera de entender conceptos metafísicos y epistémicos fundamentales:

Definición 2: Una oración/proposición es *necesaria* si es verdadera en todos los mundos posibles. “Ser necesario” es una propiedad *metafísica*.

Definición 3: Una oración/proposición es *a posteriori* si es conocida a partir de la experiencia. “Ser *a posteriori*” es una propiedad *epistémica*.

En la Conferencia III, Kripke abandona el tratamiento de los nombres propios y aborda el de los términos generales y, particularmente, el de los términos generales que refieren a clases naturales. Dice Kripke: “*De acuerdo con la posición que defiendo, entonces, los términos de clases naturales son mucho más parecidos a los nombres propios de los que generalmente se supone*” (Kripke 1980, p. 133). De esto se sigue que los términos generales que refieren a clases naturales (como agua, oro, hierro, etc.) son y deben ser tratados como designadores rígidos y, por lo tanto, también satisfacen las tesis (i)-(iv) antes mencionadas.

2.2.- El ejemplo paradigmático de las oraciones de identidad teórica: ‘agua es H_2O ’

¿Qué es un término general de clase natural, particularmente, un *término de masa*? Kripke dice que usamos un término de masa, *v.g.* ‘agua’, como un término que designa un cierto conjunto de cosas que forman una *clase natural*; tal clase, continua Kripke, es pensada como si tuviera ciertas marcas que la identifican (Kripke 1980, p. 125). Es decir, esas marcas constituyen propiedades que nos permiten identificar, frente a un ejemplar x , si pertenece o no a la clase ϕ . Sin embargo, la posesión de ciertas propiedades (formuladas como descripciones) no tiene por qué ser una condición necesaria para la pertenencia a una clase, ni tampoco una condición suficiente (Kripke 1980, p. 127): existen propiedades que son contingentes (y que a la luz de los ejemplos dados parecen referir a propiedades macro-estructurales o “aparentes” de las clases) y propiedades

necesarias (*descubiertas*) que son esenciales para la pertenencia a una clase determinada (Kripke 1980, p. 125, p. 139).

La distinción entre propiedades contingentes y esenciales, además de dar apoyo a la tesis *esencialista*, tiene un propósito epistémico y semántico: frente a dos objetos, *a* y *b*, con iguales propiedades externas, ¿cómo sabemos si ambos pertenecen a la misma clase, o si pertenecen a clases distintas? La respuesta de Kripke es clara: debemos atender a las propiedades esenciales de esos objetos. Esta esencia, que cada miembro de una clase posee ínsitamente, es descubierta por la investigación científica empírica: es *a posteriori*. Kripke dice: “*los enunciados que representan descubrimientos científicos con respecto a qué es esta materia no son verdades contingentes sino verdades necesarias en el sentido más estricto posible*”. Y continúa: “*En particular, la teoría científica de hoy en día es tal que parte de la naturaleza del oro tal como la tenemos es ser un elemento con número atómico 79. Será por lo tanto necesario y no contingente que el oro sea un elemento con número atómico 79*” (Kripke 1980, p. 131).

El siguiente paso, que se desprende inmediatamente de las consideraciones anteriores, radica en aplicar estos resultados a las *oraciones de identidad teórica*. Tomaré el ejemplo paradigmático de Kripke:

(1) Agua es H₂O

La primera observación acerca de esta oración es que su verdad constituye un descubrimiento científico: es *epistémicamente a posteriori* (por **Definición 3**). Este descubrimiento nos permite dar el *significado* del término ‘agua’ independientemente de los recursos descriptivos y ostensivos que se hayan utilizado para fijar la referencia del término. Lo segundo que puede afirmarse es que (1) es una oración que contiene dos designadores rígidos y es *metafísicamente necesaria*: se ha descubierto una propiedad esencial del agua, una propiedad que se aplicará de modo verdadero en todos los mundos posibles (por **Definición 2**). Puedo referirme al agua aun cuando posea propiedades fenomenológicas insospechadas, siempre y cuando sea H₂O; en caso contrario estaría hablando de otra cosa y no del agua, pues *no existe* un mundo posible en el cual estemos hablando del agua y que ésta no sea H₂O. Por lo tanto, sintetizando las dos observaciones anteriores, el tipo de identidad teórica que (1) representa es la de ser un ejemplo de oración *necesaria y a posteriori*.

3.- Supuestos de la semántica externalista

La semántica externalista de Kripke tiene un fuerte atractivo: es sumamente simple y soluciona muchos problemas semánticos que surgían del enfoque descriptivista (*v.g.*, la identificación de objetos en todos los mundos posibles de una manera clara y efectiva). Sin embargo, ¿qué precio metafísico y epistémico se está pagando? En esta sección se señalarán

algunos compromisos y supuestos sobre los cuales esta semántica se apoya y que permiten tanto la rigidez de los términos generales como la formulación de oraciones de identidad teórica del tipo de (1).

3.1.- Principio de coordinación

La semántica externalista, al admitir la existencia de propiedades que son condición necesaria y suficiente para la pertenencia a una clase, presupone lo que se ha denominado “*principio de coordinación*”. Siguiendo al filósofo de la química Michael Weisberg (2005), tal principio establece “*la tesis de que las clases científicas y las clases naturales reconocidas por los usuarios del lenguaje natural pueden ser alineadas o emparejadas [can be mapped] una sobre otra, una a una.*” (Weisberg 2005, p. 1). Según Kripke, en el lenguaje natural no se requiere de creencias verdaderas acerca del agua para poder referir a ella, sino solo formar parte de una comunidad lingüística que tenga vínculos causales con el bautismo inicial; no obstante, es necesario que, eventualmente, alguien posea tales creencias verdaderas si el hablante del lenguaje natural ha de dar significado al término ‘agua’. El *principio de coordinación* asume que las clases que los químicos descubren son las que se corresponden con las del lenguaje ordinario. “*Cuando se describe una clase química en detalle, se está clavando [nailed down] la semántica asociada al término de la clase ordinaria a la clase química*” (Weisberg 2005, p. 2).

Este supuesto es el *quid* de la propuesta de Kripke: considerar que, para el caso del agua, los químicos describen una clase natural cuyos miembros son todos aquellos que poseen cierta composición molecular, en particular, la composición H_2O . Evidentemente, el principio de coordinación presupone la *coextensionalidad* entre la clase de los elementos que en el lenguaje ordinario caen bajo el término ‘agua’ y la clase de los elementos que en el lenguaje científico caen bajo la clase química H_2O . Esta coordinación permite que no exista un objeto o muestra x tal que x sea efectivamente agua y no tenga la composición molecular químicamente establecida; por supuesto, tampoco se da el caso inverso.

Pero el principio de coordinación conduce a consecuencias ulteriores si se lo generaliza a todos los términos de masa. En efecto, si la semántica kripkeana se aplica a todos los términos de clase utilizados por el lenguaje ordinario y por la química, el principio de coordinación implica que el lenguaje ordinario y el lenguaje científico recortan la realidad en clases del mismo modo, de forma tal que las clasificaciones que se obtienen resultan ser isomorfas. En el caso en que tal isomorfismo no se cumpliera, es el lenguaje ordinario el que estaría equivocado respecto de sus consideraciones semánticas y debería corregirlas para adecuarlas a la clasificación científica.

3.2.- Esencialismo metafísico

Es difícil esclarecer qué relación se establece entre la teoría de los designadores rígidos y el esencialismo, y qué función cumple el esencialismo al interior de la semántica externalista. No parece claro cómo a partir del *uso* de nuestros términos singulares y generales se puede llegar a sostener que existen propiedades esenciales y que existe una necesidad *in re*². No me detendré en este punto y consideraré que el esencialismo es un supuesto de la semántica externalista.

El esencialismo metafísico kripkeano tiene algunas particularidades. Naturalmente, defiende la tesis de que existen esencias o propiedades esenciales; pero, a su vez, para el caso de las clases naturales, esas propiedades esenciales están dadas exclusivamente por la *micro-estructura* de los objetos descubierta por la ciencia. Los términos generales de clases naturales refieren a estas esencias, lo que equivale a decir que son designadores rígidos (como ya se mencionó en las Subsecciones 2.1 y 2.2).

3.3.- Reduccionismo

Entenderé por *reducción* un conjunto de relaciones ontológicas y epistemológicas entre diferentes dominios, por las cuales el conjunto de propiedades o conceptos de un dominio *M* puede ser deducido o explicado a partir de las propiedades y conceptos de otro dominio *R* (Brigandt y Love 2012). En general, esta clase de relaciones vincula un dominio reducido con un alto nivel de organización (v.g., un ser vivo) y un dominio reductor con un nivel más bajo de organización (v.g., células).

Al suponer que las propiedades esenciales de una clase natural son propiedades químicas micro-estructurales, la semántica externalista de Kripke descansa sobre un supuesto reduccionista. En efecto, asume que es posible reducir el conjunto de las propiedades del dominio al que un término del lenguaje natural refiere a un dominio científico (el de la química en el caso del agua).

Pero, además, la postura de Kripke requiere un segundo movimiento reductivo, ahora dentro de la propia química. Según la semántica kripkeana, las sustancias que la química macroscópica identifica por sus propiedades fenomenológicas (punto de ebullición, color, olor, etc.) adquieren su identidad exclusivamente debido a sus propiedades microscópicas. En otras palabras, dentro de la

² A lo sumo, una conclusión plausible parece mostrar que, en el modo en el que utilizan los términos generales y singulares, los usuarios de un lenguaje *presuponen* algún tipo de esencialismo que la teoría de la rigidez refleja; pero, por supuesto, esto solo se expide acerca de cómo creemos que es el mundo a partir del uso de los términos que utilizamos para referirnos a objetos en él. Kripke, sin embargo, parecer decir más que esto porque, si bien podemos, intuitivamente, considerar que hay esencias en las cosas, esto no conduce a la confluencia de esencias e investigación científica que posibilita la existencia de oraciones de identidad teórica *necesarias* y *a posteriori*.

propia química, la reducción se opera hacia un subdominio: el de la química molecular, que “descubre” la esencia del agua a partir de cierta estructura molecular.

4.- Objeciones a la semántica externalista de Kripke

El precio pagado por la simplicidad semántica de la teoría de Kripke es demasiado alto: la fusión de un esencialismo metafísico con un científicismo reduccionista conduce a importantes dificultades. Por ejemplo, no hay una justificación de por qué la esencia de una sustancia, como el agua, deba radicar en su micro-estructura. Kripke supone que la propia práctica científica –en este caso la de los químicos– opera bajo los mismos supuestos que él emplea para justificar su semántica. Sin embargo, esto no es correcto y radica en una visión *naïf* y superficial de la química.

Una estrategia general para discutir con el enfoque kripkeano, podría consistir en introducirlo en el contexto del debate realismo-antirrealismo en filosofía general de las ciencias. Bajo este marco, una tesis realista como la de Kripke puede ser objetada mediante un argumento tradicional que frecuentemente utilizan los anti-realistas: la “*meta-inducción pesimista*” (Laudan 1982). Este argumento, probablemente el más poderoso en manos de los anti-realistas, no refuta cualquier tesis realista o esencialista, pero sí cierra sobre ellas un velo de sospecha sumamente denso. El razonamiento es simple y se basa en la evidencia que otorga la propia historia de las ciencias e incluso el mismo trabajo científico contemporáneo. La “*meta-inducción pesimista*” surge al considerar muchos de los términos centrales de teorías pasadas (‘calórico’, ‘flogisto’, ‘éter’, etc.) que, se pensó, referían a alguna propiedad o entidad del mundo, pero que en teorías sucesivas fueron abandonados y se convirtieron en no referenciales. Esta objeción funciona al interior de la propia ciencia y se fundamenta en que los métodos utilizados para postular tales entidades no difieren de los usados hoy en día. El argumento concluye de manera, justamente, pesimista: partiendo del destino que tuvieron las teorías científicas pasadas, por inducción, muchos de los términos científicos, supuestamente referenciales, utilizados hoy en día (como ‘molécula’, ‘átomo’, ‘enlace químico’) o en la ciencia futura serán, en algún momento, considerados no referenciales. La objeción de esta *meta-inducción pesimista* conduce a aceptar la falta de razones para suponer que los términos –centrales o no centrales– empleados en las ciencias presentes son estables o refieren ineludiblemente a alguna propiedad esencial e inmutable; o, en otras palabras, conduce a admitir que el éxito científico no es sinónimo de verdad.

Sin embargo, el presente trabajo no desarrollará esta estrategia general. En su lugar, la argumentación se fundamentará en los desarrollos e investigaciones llevadas a cabo en los últimos años en la filosofía de la química y que parten de considerar los supuestos kripkeanos a la luz de la práctica de los químicos y de las consideraciones filosóficas que puedan hacerse de las teorías químicas en vigencia.

4.1.- ¿Es la micro-estructura del agua H_2O ?

Continuando con el ejemplo paradigmático de Kripke, el principio de coordinación –tal como fue explicado más arriba– requiere la coextensionalidad de ambos términos, ‘agua’ y ‘ H_2O ’: una muestra x es agua si y solo si es H_2O . Si para establecer la esencia de una clase natural del lenguaje ordinario es necesario recurrir a las teorías científicas del momento, resulta natural preguntarnos si hay una manera clara y coextensiva de asociar el término ‘agua’ con ‘ H_2O ’ mediante una relación de identidad en el marco de la propia química. ¿Es esto así? Diversos químicos y filósofos de la química han cuestionado el simplismo y la arbitrariedad introducida en esta clase de oraciones de identidad kripkeana.

En primer lugar, no es para nada claro a qué refiere ‘ H_2O ’. Si ‘ H_2O ’ se entiende como ‘dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno’, entonces este término nada dice aún acerca de la micro-estructura del agua, sino que solo determina su composición. No expresa, por ejemplo, qué tipo de enlace se da entre los átomos, cuál es la disposición geométrica de los núcleos, etc. Por otra parte, es también confuso y vago qué significa ‘estructura interna’ en palabras de Kripke, ¿refiere a la disposición espacial de átomos en una molécula, o a la disposición interna de moléculas en una sustancia, o a las configuraciones mecánico-cuánticas al interior de los átomos, o ...?

Pero entonces, ¿a qué refiere el término ‘ H_2O ’ en química? ¿A una molécula, a un conjunto de moléculas, a “la” estructura molecular del agua, a la composición química, a una abstracción teórica? Es central aquí recordar el concepto de *isomería*: dos compuestos químicos son isómeros si poseen la misma fórmula molecular, es decir, iguales proporciones relativas de átomos en la molécula, pero diferentes estructuras moleculares que le confieren propiedades a menudo muy diferentes. Un ejemplo típico de isomería es el constituido por el alcohol etílico y el éter dimetílico, cuya fórmula molecular es en ambos casos C_2H_6O . A este respecto, Weisberg sostiene: “Ni tratar a los isómeros como impurezas, ni tratar H_2O como un término de alto orden que recoge a todos sus isómeros, parece ser un camino aceptable para encontrar una clase química simple como la demandada por el principio de coordinación. Está claro que el sistema de clases reconocidas en química es muy complejo y multifacético, lo cual está en desacuerdo con el requisito del principio de coordinación para que una clase química simple sea asociada con la clase agua del lenguaje natural” (Weisberg 2005, p. 7). Lo que Weisberg señala es que, en química, agua no es sencillamente H_2O , sino un sistema sumamente amplio y complejo de composiciones químicas irreductibles entre sí; por lo tanto, la correlación uno-a-uno entre el término ‘agua’ y algún término químico no parece ser posible.

En el marco de la discusión acerca de la identidad del agua, también conviene recordar la existencia de *isótopos* de un mismo elemento. Se denominan isótopos a los átomos de un mismo elemento que difieren en su masa ya que sus núcleos poseen diferente número de neutrones; en

otras palabras, los isótopos poseen igual número atómico pero diferente número másico. En su amplia mayoría, los elementos químicos poseen isótopos; en el caso del hidrógeno, los isótopos más abundantes son el deuterio, designado como D, y el tritio, designado como T, con uno y dos neutrones en sus núcleos respectivamente –mientras que el hidrógeno no posee neutrones en su núcleo, sino solo un protón–. Cuando se toma en cuenta este concepto científico, debe admitirse que agua es tanto H_2O , como HDO, D_2O , T_2O , etc. (Weisberg 2005, p. 5). La fórmula H_2O constituye una clase química tan legítima como D_2O y no habría motivos –que no fueran ajenos a la propia praxis científica de la química– para escoger una u otra para dar el significado del término ‘agua’. En definitiva, desde el punto de vista de la ciencia química, no es necesario tener una composición molecular del tipo H_2O para ser agua.

Frente a esta observación de carácter científico, podría intentarse recuperar cierta coextensionalidad poniendo en disyunción todas las composiciones moleculares que la química asocia con el término ‘agua’; así la oración de identidad se convertiría en la siguiente:

(2) ‘Agua es H_2O o HDO o DO o D_2O o T_2O o...’

Sin embargo, esta propuesta no deja de ser problemática, y ello por tres nuevas razones. En primer lugar, se trata de una disyunción abierta que está sujeta a la introducción de una nueva composición: ante una muestra x , podría todavía tratarse de agua a pesar de no tener ninguna de las composiciones reconocidas hasta ese momento. Además, cada una de las composiciones pierde el carácter de ser una propiedad esencial y toda la fuerza metafísica que el esencialismo ponía en ello: en lugar de la esencia del agua, parece que estamos brindando un cúmulo de propiedades posibles tales que al menos una debe ser satisfecha. Por último, la situación es aún más compleja de lo que supone la mera disyunción de las composiciones moleculares: como señala Robin Hendry (2006), cualquier muestra de agua, por más pura que sea, no solo contiene moléculas, sino también iones como H_3O^+ y HO^- , que no pueden considerarse compuestos en el mismo sentido que las moléculas ya que éstas son neutras, mientras que los iones, al tener carga eléctrica, son inestables.

Alguien podría insistir en conservar el enfoque esencialista kripkeano, suponiendo que el conjunto de todas las composiciones posibles, más los iones presentes, conforman una clase natural unificada de más alto nivel. Sin embargo, esta estrategia dista de resultar convincente. En primer lugar, no es la forma en la que los químicos consideran las moléculas y los iones presentes en una muestra de aquello que macroscópicamente se considera agua: no se piensa que formen una clase natural unificada de más alto nivel. En segundo lugar, no se entiende la pretensión inicial de apelar a los científicos y al mismo tiempo intentar corregir sus resultados, cuando sus afirmaciones contradicen los propios supuestos. Finalmente, si el filósofo kripkeano no quiere contradecir sus compromisos previos, la carga de la prueba recae sobre él: deberá demostrar cómo el conjunto

antes mencionado conforma una clase natural unificada de alto nivel, reconocida químicamente y factible de ser expresada –de alguna forma– como H_2O o como otra fórmula química análoga, y que esa clase realmente existe bajo esa fórmula y puede ser identificada, en todos los casos, como agua.

Hasta aquí se ha considerado que existe al menos una propiedad, o disyunción de propiedades, que todas las muestras de agua deberían poseer. De este modo, se asume una imagen estática, según la cual si se tomara una porción mínima de agua, podría determinarse unívocamente si tal porción posee o no tal propiedad. Frente a ello, Paul Needham (2000) señala que un compuesto como el agua no tiene una estructura estática, sino una naturaleza esencialmente dinámica, donde moléculas e iones permanentemente se convierten unos en otros, de modo que no puede ser adecuadamente descripta mediante una fórmula composicional como H_2O . Por lo tanto, si antes establecimos que no era necesario poseer una estructura molecular de tipo H_2O para ser agua, la observación de Needham sugiere que tampoco es *suficiente*: no parece existir algo así como H_2O en un estado puro que permita remitir, de modo estático y sin otras consideraciones, al agua.

En el marco de la presente discusión, estas consideraciones no son meros detalles científicos. Por el contrario, deben ser atendidas por la semántica externalista por una cuestión de principios propios: es ella la que recurre a especialistas para determinar el significado de las clases naturales, y son los mismos especialistas los que afirman que tanto la rigidez como las identificaciones teóricas kripkeanas no son válidas en los términos propuestos.

4.2.- *¿Se identifica científicamente el agua por su micro-estructura?*

Hasta aquí se ha jugado el juego propuesto por Kripke: atender a la micro-estructura frente a descripciones o propiedades fenomenológicas. Sin embargo, no es suficientemente claro por qué deberíamos aceptar este juego si conlleva tantos problemas y complejidades. Podemos preguntarnos qué papel cumplen las propiedades fenomenológicas o macro-estructurales de una sustancia como el agua en su tratamiento químico.

Cabe señalar que, al contrario de lo que Kripke supone, para un químico el agua no es meramente una composición molecular determinada (Weisberg 2005, p. 8), sino que muchas veces las propiedades macroscópicas del agua son tan o más fundamentales que su composición y su estructura molecular. Por ejemplo dos filósofos de la química como Jaap van Brakel (2005, 2008) y Needham (2011) consideran que los criterios con los cuales los químicos suelen identificar las sustancias son fundamentalmente macroscópicos. Una propiedad macroscópica que cumple un papel central como criterio de identificación es la constituida por el llamado “punto triple”, esto es,

el único estado termodinámico, definido por los valores de presión y temperatura, donde las tres fases –sólida, líquida y gaseosa– de una sustancia determinada coexisten de manera estable.

Diferentes autores señalan que el reduccionismo no parece estar justificado al interior de la propia disciplina: hay diferentes tipos de “tratamientos químicos” de sustancias con supuestos ontológicos y metodológicos diferentes. Por ejemplo, van Brakel sostiene que “*deberíamos ser suficientemente tolerantes como para dejar el mismo espacio ontológico para el agua manifiesta, para el agua en términos de la teoría termodinámica de las sustancias, para la estructura molecular del agua («construida» a partir de medidas espectroscópicas), para las ecuaciones mecánico-cuánticas «adecuadas» correspondientes a una molécula de agua aislada, y para los experimentos con moléculas de agua aisladas, los cuales, dependiendo de la técnica de medición, muestran aproximadamente la estructura molecular «clásica»*” (van Brakel 2000, pp. 147-148). Van Brakel nos recuerda que no existe un ámbito unificado desde un punto de vista teórico y metodológico que pueda denominarse “la” química, sino una multiplicidad de enfoques teóricos que abordan los fenómenos desde perspectivas totalmente diferentes.

Desde una posición similar, el químico y filósofo Klaus Ruthenberg (2012) afirma: “*La fórmula H₂O no puede ser usada útilmente como un designador rígido desde un punto de vista micro-esencialista para las propiedades de stuff (como algún filósofo analítico amaría tener y como los anuncios televisivos y pinturas científicas sugieren), la stuff (manifiesta), a veces llamada ‘agua’, no puede ser descrita correctamente como un puñado de moléculas H₂O*”. (Ruthenberg 2012, p. 66). Aquí el autor señala, precisamente, los diferentes dominios que operan al interior de la propia química: la química macroscópica, para el caso del agua, conserva un enfoque de *stuff* completamente distinto al modelo de “bolas y barras” [*balls and strikes*] propio de la química molecular. Incluso, recientemente se ha señalado la profunda ruptura entre la categoría ontológica de *stuff*, propia de la química macroscópica, y la categoría ontológica de individuo que subyace a la química molecular, lo cual obstaculiza la reducción entre ambos dominios (Lewowicz y Lombardi 2012)

5.- Semántica y ciencia

Las objeciones presentadas desde la filosofía de la química en la sección anterior buscan mostrar las dificultades científicas que surgen de sostener ciertas tesis esencialistas que se fundamentan en la posibilidad de construir oraciones de identidad teórica como la semántica externalista kripkeana las entiende. En otras palabras, la manera de concebir el correlato ontológico de los términos generales, en tanto designadores rígidos de esencias científicamente descubiertas, puede ser puesta en entredicho por la propia práctica científica. Aquí se considerarán posibles respuestas a las críticas presentadas, a fin de evaluar en qué medida pueden continuar

sosteniéndose esencialismo y externalismo a pesar de los argumentos ya expuestos y frente a las consideraciones científicas señaladas.

En primer lugar, una posible respuesta a los argumentos presentados en la sección anterior consiste en sostener que éstos solo demuestran que la esencia del agua no es H₂O, pero no implican que el agua no tenga una esencia en algún otro sentido. Tal observación es correcta, pero allí no se argumentó contra la existencia de esencias en general sino contra el esencialismo kripkeano, que involucra un elemento adicional: no solo existen esencias, sino que son *científicamente descubiertas*. El problema es que no hay buenas razones (evidenciadas por la propia práctica científica) para suponer que la ciencia *descubre* esencias y que éstas radican en la micro-estructura de un objeto. Por el contrario, es claro que el descubrir esencias, al menos en los términos puestos por la propia semántica externalista, no parece ser en absoluto el interés de la ciencia contemporánea, en particular, de la química.

Otra salida para quien deseara sostener la semántica externalista de Kripke podría ser la de argumentar que las consideraciones aquí presentadas solo demuestran que no pueden formularse oraciones de identidad teórica, como la que se analizó, *en el estado presente de la ciencia*; pero en el futuro se llegará a una ciencia tal que pueda aprehender de manera incontrovertible la esencia de una sustancia y que, de este modo, formulará identidades teóricas como la discutida. El trabajo no pretende cuestionar las esperanzas del kripkeano, pero, nuevamente, no hay buenos indicios para sostener tal salida si nos atenemos a la propia práctica científica: ni el químico más optimista espera que pueda explicarse efectivamente que el punto de fusión del hierro es 1535 °C a partir de la micro-estructura del hierro como elemento químico. Además, bajo la hipótesis de que hay esencias que esperan ser descubiertas, nada nos asegura que sea la ciencia la que cumpla esa labor: puesto que por el momento no se las conoce por vía científica, no estamos en una situación muy diferente al considerar al agua como uno de los cuatro elementos fundamentales que cuando la consideramos como un complejo de clases moleculares en lo que a conocer esencias se refiere.

El objetivo de Kripke es brindar –o sentar las bases– de una teoría semántica. Desde este punto de vista, alguien podría argumentar que el hecho de que el agua sea o no H₂O es un problema empírico y no un problema semántico. Es cierto que es un problema empírico de la química resolver (si es resoluble en algún sentido) si el agua es H₂O, HDO, o no es ninguna de las opciones; pero esto pone aún más seriamente en aprietos a la semántica externalista: es precisamente la perspectiva kripkeana la que hace depender una cuestión semántica (como la definición de la referencia de los términos generales de clases naturales) del resultado de una investigación empírica.

El ejemplo paradigmático de oración de identidad teórica parece no servir a los fines de la teoría de Kripke: ésta exigía una clase unificada y estable pero, en su lugar, la propia química

ofrece un sistema de clases en equilibrio dinámico. El punto no es menor: la intención de Kripke – presupuesto central de sus tesis– es defender la posición según la cual es la ciencia la que, en su tarea de investigar la micro-estructura de las sustancias, llega a la esencia de las mismas y otorga significado a los términos de masa. Hasta aquí se han mostrado, mediante el análisis del ejemplo paradigmático de Kripke, las dificultades filosóficas, conceptuales y científicas que surgen de los compromisos semánticos y metafísicos a los que recurre el autor para sostener la rigidez de los términos generales y la necesidad de las identidades teóricas que involucran tales términos. Pero, como crítica general a nuestro planteo, podría pensarse que se ha analizado un único ejemplo y que, por lo tanto, se ha mostrado sencillamente que se trata solo de un mal ejemplo, con lo cual la teoría no se vería afectada. Sin embargo, es el kripkeano quien debe brindar un buen ejemplo donde la identificación teórica refleje la práctica científica, a la cual desde un principio apeló para establecer la identificación. Por otra parte, la estrategia no busca refutar las tesis kripkeanas a partir de un ejemplo, sino, mediante el ejemplo principal de Kripke, poner de manifiesto la complejidad científica y filosófica que surge cuando se toma realmente en consideración la práctica científica efectiva.

De todas maneras, detengámonos en esta última posible crítica. Aun si no consideráramos este ejemplo en particular, habría buenas razones para extender la crítica a partir de argumentos provenientes de otras áreas de la ciencia (a las que Kripke también alude, como el caso de la biología), donde problemas similares surgen cuando se analizan y comparan las tesis kripkeanas con la práctica científica. John Dupré (1993), por un lado, critica el esencialismo de la semántica externalista kripkeana a partir del concepto de clase natural, analizando el concepto de *especie* desde la biología contemporánea. Según Dupré, “*el intento de atribuir esencias reales a clases de familia es un intento poco promisorio*” (Dupré 1993, p. 315). La comprensión científica contemporánea de las especies (unidad de clasificación básica) presta poco apoyo para sostener el esencialismo, ya que la misma concepción de especie involucra el reconocimiento de una variación omnipresente (Dupré 1993, p. 316). Tal concepción de lo que es una especie no parece, en absoluto, compatible con la idea de miembros de una especie que comparten propiedades necesarias y suficientes, en virtud de las cuales son identificados. Por otro lado, Fritz Rohrlich (1988) objeta la posibilidad misma de llevar a cabo una genuina reducción de una teoría a otra (como la que Kripke presupone en la relación entre química macroscópica y química molecular) en el ámbito de la física –ámbito en el cual los intentos de reducción parecían más sólidos–. Tal como el autor convincentemente argumenta, la reducción es posible para la estructura matemática de una teoría pero no para la estructura conceptual (*i.e.* la interpretación de sus términos teóricos, las entidades con las cuales se compromete, etc.). Por lo tanto, no parece haber una reducción genuina y completa de una teoría a otra cuando se recuerda que una teoría científica no se reduce a

su componente formal sino que incorpora aspectos conceptuales ineludibles. En otras palabras, entender que una reducción es posible porque se logra trabajando *exclusivamente* con la estructura matemática es sobrestimar la importancia de la estructura formal de la teoría en desmedro de su contenido conceptual (Rohrlich 1988, p. 301).

6.- Clases naturales, química y pluralismo ontológico

Se han presentado sólidos argumentos desde la filosofía de la química que ponen en entredicho la viabilidad de sostener una tesis esencialista respecto de las clases naturales como la que propone Kripke. La conclusión natural, dado cómo se ha presentado el debate sobre clases naturales históricamente, parece ser que el convencionalismo es la posición filosófica que debería adoptarse. De estilo humeano, el convencionalismo respecto de las clases naturales sostiene que la agrupación de objetos particulares en clases no responde a un criterio externo al humano: no existe un correlato natural que imponga necesidad a una forma u otra de agrupar en clases determinados objetos particulares. Desde esta perspectiva, el criterio es subjetivo y está en función de los propósitos de quien clasifica y agrupa. El convencionalista acepta que la química, por ejemplo, utilice una determinada clasificación o ciertas clases y no otras. Pero no sostiene que exista una clasificación o manera de agrupar que sea privilegiada y que no pueda cambiarse cuando cambien los propósitos subjetivos que están a la base: “*no hay objetos más allá del discurso*” (Woolgar 1998, p. 73). Sin embargo, el convencionalismo no puede recoger y justificar los éxitos empíricos evidentes surgidos de llevar a cabo ciertas clasificaciones o agrupaciones en clases químicas. Además, también pone en crisis la noción misma de ley natural, puesto que se supone que las clases naturales son las clases a las cuales supuestamente las leyes de la naturaleza se aplican: leyes que dan cuenta de clases puramente convencionales se enfrentarían a dificultades para explicar por qué se las puede extrapolar desde lo que ha sido efectivamente observado a lo aún no observado.

Si bien el debate parece presentar una alternativa dicotómica, esto es, la elección entre esencialismo y convencionalismo, tal dicotomía es solo una apariencia. Ambos enfoques presentan sus problemas y sesgos cuando intentan recoger los éxitos o los límites evidentes de la ciencia. Pero, más aún, poner la discusión en términos de esencialismo versus convencionalismo es ubicarla en una etapa pre-crítica de la filosofía, que deja a un lado, como si no hubiese existido, la filosofía kantiana. Uno de los motivos de este “olvido” puede deberse a que el marco conceptual en el que el debate sobre las clases naturales en ciencia se ha desarrollado pertenece a la tradición analítica, la cual, en general, se ha posicionado en un enfoque pre-crítico de los problemas filosóficos, reconduciéndolos al dominio del lenguaje. Esto es evidente en el modo en que Kripke

entiende el problema de las clases naturales: el problema parece consistir en encontrar una teoría de la referencia para ciertos términos generales.

Considero que el problema de las clases naturales en química se vería sumamente enriquecido si se introdujeran en el debate ciertos elementos de la filosofía kantiana. No solo porque la filosofía kantiana considera una manera de entender la relación entre sujeto cognoscente y mundo externo diferente a la que adoptan tanto convencionalismo como esencialismo, sino que abre la puerta al desarrollo de vías pluralistas que no pierden el anclaje con el mundo en tanto exterior al lenguaje. Una de estas vías, que encuentro particularmente atractiva para abordar el problema de clases naturales en química, es el *pluralismo ontológico de raíces kantianas* tal como ha sido formulado por Olimpia Lombardi y Ana Rosa Pérez Ransanz (2011, 2012). A continuación expondré brevemente sus tesis fundamentales.

Según la filosofía de Kant, ontología y teoría del conocimiento están íntimamente relacionadas. Nuestro mundo con sus objetos posibles de conocimiento (nuestra ontología) resulta de la actividad del sujeto que intenta conocerla: a partir de categorías del entendimiento la multiplicidad sensible es sintetizada y reconducida a la unidad del concepto. De esta manera, el conocimiento de objetos resulta de la participación de categorías y del material sensible proveniente de la experiencia. Si bien para Kant existe una realidad independiente del sujeto –la realidad nouménica–, ésta no está constituida por objetos, sino que es inefable, incognoscible: no es un mundo de conocimiento para nosotros. De estas consideraciones filosóficas se desprende una consecuencia epistémica para el conocimiento científico: la realidad nouménica última no constituye un objeto de conocimiento para la ciencia, sino que el mundo al que la ciencia accede es un mundo fenoménico. La filosofía kantiana hace referencia a cuáles son las condiciones de posibilidad de nuestro conocimiento de objetos en general, ofreciendo un marco filosófico amplio para la significatividad del conocimiento científico.

Sin embargo, Kant consideró no solo que las categorías y los esquemas eran completos, sino que también estaban fijados de un modo definitivo. Como afirma Roberto Torretti, “*la concepción del entendimiento como un sistema cerrado de reglas con autoridad plena sobre todo juicio de conocimiento hace virtualmente imposible pensar que hay más de una forma de entendimiento, expresada en un ‘marco categorial’ o ‘esquema conceptual’ único y fijo*” (Torretti 2008, p. 87). Considerar que existe un único esquema conceptual que está fijo en nosotros no parece ser una empresa viable dado el enorme desarrollo y la gigantesca diversificación del conocimiento en los últimos 200 años. En este punto, parece más razonable alejarse de la filosofía kantiana y adoptar un punto de vista que admita una multiplicidad de esquemas conceptuales y, dada la estrecha ligazón entre esquema conceptual y ontología, una multiplicidad de ontologías. Aceptar una

multiplicidad de esquemas conceptuales y ontologías irreducibles entre sí conduce de inmediato a un *pluralismo ontológico*.

La tesis del pluralismo ontológico sostiene que cada esquema conceptual constituye su propia ontología y que no existe un esquema conceptual o una ontología que sea privilegiada desde una perspectiva absoluta. Esta tesis abre la posibilidad de que varios esquemas conceptuales y ontologías coexistan en pie de igualdad como diferentes maneras de interpretar y recortar la experiencia, sin la necesidad de pensar en vínculos reductivos donde una ontología es “aparente” y otra es “fundamental”. Según el pluralismo ontológico, no parece razonable pensar que los sujetos conocemos una única realidad independiente y totalmente externa, como si la observáramos desde el “Ojo de Dios”. De esta manera, el pluralismo ontológico se desembaraza de un problema que afectaba al esencialismo: el de justificar y hacer inteligible la multiplicidad de puntos de vista que las diferentes teorías científicas presentan. Pero tampoco enfrenta las dificultades del convencionalismo: las clases naturales no son meros agrupamientos convencionales; existen leyes naturales legítimas y clases naturales en cada ontología constituida por un esquema conceptual exitoso.

El pluralismo ontológico ha sido satisfactoriamente aplicado para hacer frente a diferentes problemas en filosofía de la física y filosofía de la química. Por ejemplo, se ha utilizado para enfrentar el problema de la compatibilidad entre descripciones deterministas e indeterministas en sistemas inestables (*cf.* Lombardi 2002a; 2002b), para explicar la irreversibilidad cuántica a partir de una dinámica regida por la ecuación de Schrödinger (*cf.* Castagnino, Gadella y Lombardi 2005, 2006), para abordar el problema de las relaciones entre el mundo físico y el mundo químico de una manera no reductiva (*cf.* Lombardi y Labarca 2005, 2006), y también para elucidar el estatus ontológico del concepto de orbital atómico (*cf.* Labarca y Lombardi 2010).

Para enfrentar el problema de las clases naturales en química, el pluralismo ontológico también parece una alternativa efectiva y viable, sumando un caso más de aplicabilidad exitosa. En primer lugar, recoge la multiplicidad y diversidad de ontologías que las diferentes sub-disciplinas químicas mantienen: la ontología propia del mundo microscópico no se presenta como fundamental frente a la ontología del mundo macroscópico, que preserva tanto su realidad como su autonomía. A su vez, esto tiene un correlato en la manera de entender las diferentes prácticas científicas: químicos abocados a estudiar propiedades macroscópicas de sustancias químicas no están practicando una “ciencia secundaria o meramente fenomenológica”, no llevan a cabo una tarea menos fundamental que la de aquellos que estudian propiedades microscópicas. Desde esquemas conceptuales distintos, que recortan la experiencia de diverso modo y resaltan ciertas propiedades en lugar de otras, cada subdisciplina constituye una ontología propia que es

irreductible, autónoma e independiente de las restantes. De este modo, el pluralismo ontológico ofrece un marco filosófico conceptual más propicio para entender la propia práctica de la ciencia.

Por otra parte, al renunciar a la perspectiva del Ojo de Dios y al no considerar que la tarea científica consista en “descubrir esencias”, el pluralismo ontológico permite concebir un desarrollo científico dinámico y cambiante, tan propio de las diversas disciplinas científicas en las últimas décadas. Los esquemas conceptuales cambian y con ellos cambian las ontologías, sin pensar que nos encontramos en un momento del desarrollo científico más avanzado o “más verdadero” que el de nuestros antecesores.

7.- Conclusiones

En el presente trabajo se ha intentado mostrar que algunas tesis esencialistas respecto de clases naturales en química, como la que sostiene la semántica externalista de Kripke que se ha presentado y analizado, son sumamente problemáticas para dar una respuesta al problema de las clases naturales. En particular, sobre la base de trabajos recientes provenientes de la filosofía de la química, se argumentó que la estrategia de definir las clases naturales por medio de esencias científicamente descubiertas, lo que permitiría entender los términos de clases naturales como designadores rígidos y así construir oraciones de identidad teórica que son metafísicamente necesarias y epistémicamente *a posteriori*, no resulta satisfactoria. En su lugar, se ha propuesto que el debate sobre las clases naturales en química se enriquecería si se adoptara una perspectiva pluralista de raíz kantiana. Entendiendo que pueden coexistir múltiples esquemas conceptuales y ontologías, vinculadas de manera no reductiva y preservando su autonomía, independencia y objetividad, el pluralismo ontológico se presenta como un marco filosófico y conceptual unificado que puede recoger un fenómeno tal como la diversidad de teorías y prácticas que presentan tanto la química como la ciencia en general.

Bibliografía

- Brigandt, I. y Love, A. (2012). “Reductionism in biology”, en *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2012/entries/reduction-biology/>>.
- Castagnino, M., Gadella, M. y Lombardi, O. (2005). “Time’s arrow and irreversibility in time-asymmetric quantum mechanics”, *International Studies in the Philosophy of Science*, **19**: 223-242.

- _____. (2006). "Time-reversal, irreversibility and arrow of time in quantum mechanics", *Foundations of Physics*, **36**: 407-426.
- Dupré, J. (1993). "Natural kinds", 311-319 en W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*, Oxford: Blackwell.
- Kant, I. (1781), *Kritik der Reinen Vernunft (KRV)*, traducción de N. Kemp Smith, *Critique of Pure Reason*, St. Martin's Press, Nueva York, 1965.
- Kripke, S. (1972). "Naming and necessity", 253-355 en G. Harman and D. Davidson (eds.), *Semantics of Natural Language*, Dordrecht: Reidel
- Kripke, S. (1980). *Naming and Necessity*, Oxford: Blackwell.
- Hendry, R. (2006). "Elements, compounds and other chemical kinds", *Philosophy of Science*, **73**: 864-875.
- Labarca, M. y Lombardi, O. (2010). "Why orbitals do not exist?", *Foundations of Chemistry*, **12**: 149-157
- Laudan, L. (1981). "A confutation of convergent realism", *Philosophy of Science*, **48**: 19-49.
- Lewowicz, L. y Lombardi, O. (2012). "Stuff versus individuals", *Foundations of Chemistry*, online first.
- Lombardi, O. (2002a). "Determinism, internalism and objectivity", 75-87 en H. Atmanspacher y R. Bishop, *Between Chance and Choice: Interdisciplinary Perspectives on Determinism*, Thorverton: Imprint-Academic.
- _____. (2002b). "Caos, ergodicidad e internalismo", *Revista Latinoamericana de Filosofía*, **28**: 7-33.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005). "The ontological autonomy of the chemical world", *Foundations of Chemistry*, **7**: 125-148.
- _____. (2006). "The ontological autonomy of the chemical world: a response to Needham", *Foundations of Chemistry*, **8**: 81-92.
- Lombardi, O. y Pérez Ransanz (2011). "Lenguaje, ontología y relaciones interteóricas: en favor de un genuino pluralismo ontológico", *Revista Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, **187**: 43-52.
- _____. (2012). *Los Múltiples Mundos de la Ciencia. Un Realismo Pluralista y su Aplicación a la Filosofía de la Física*, México: UNAM-Siglo XXI.

- Needham, P. (2000). "What is water?", *Analysis*, **60**: 13-21.
- _____. (2011). "Microessentialism: What is the argument?", *Noûs*, **45**: 1-21.
- Putnam, H. (1975). "The meaning of meaning", 215-271 en *Mind, Language and Reality*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Rohrlich, F. (1988). "Pluralistic ontology and theory reduction in the physical sciences", *The British Journal for the Philosophy of Science*, **39**: 295-312.
- Ruthenberg, K. (2012). "What is water? Some philosophical considerations", 65-78 en H. P. Hahn, K. Cless y J. Soentgen (eds.), *People at the Well: Kinds, Usages and Meanings of Water in a Global Perspective*, Frankfurt: Campus Verlag.
- Torretti, R. (2008). "Objectivity: a Kantian perspective", 81-95 en M. Massimi (ed.), *Kant and Philosophy of Science Today*, Cambridge: Cambridge University Press.
- van Brakel, J. (2000). *Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image*, Leuven: Leuven University Press.
- _____. (2005). "On the inventors of XYZ", *Foundations of Chemistry*, **7**: 57-84.
- _____. (2008). "Pure chemical substances", 145-162 en K. Ruthenberg y J. van Brakel (eds.), *Stuff. The Nature of Chemical Substances*, Würzburg: Königshauen & Neumann.
- Weisberg, M (2005). "Water is not H₂O", 337-345 en D. Baird, E. Scerri y L. McIntyre (eds.), *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*, New York: Springer.
- Woolgar, S. (1988). *Science: The Very Idea*. London: Tavistock.