

# Aportaciones al estudio de la metáfora en la física cuántica a partir de textos en inglés y en español

**Georgina Cuadrado Esclapez y Heliane Berge Legrand**

Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Complutense de Madrid  
georgina.cuadrado@upm.es y jberge@filol.ucm.es

## Resumen

El presente artículo realiza un análisis cualitativo de las principales metáforas conceptuales y esquemas de imagen (Lakoff, 1993, Ungerer y Schmid, 1996) que estructuran el conocimiento de la física cuántica. Destacan las metáforas de la cuantificación y la discontinuidad de la materia, y el esquema de la confrontación y de la guerra, utilizado en la conceptualización de las partículas elementales. A continuación, presenta un análisis contrastivo en inglés y en español de las principales expresiones metafóricas, hallándose que el esquema de la guerra (Lakoff y Johnson, 1980, 1999; Ortony, 1993), que incluye a su vez el concepto de poder y confrontación, está presente en ambas lenguas. Sin embargo, este análisis contrastivo también pone de manifiesto que, aunque las metáforas conceptuales trascienden las fronteras lingüísticas, no siempre resultan ser isomórficas en los dos idiomas. De aquí que algunos de los términos, generados en lengua inglesa por científicos alemanes, se ven afectados por una reinterpretación semántica al traducirse al español.

**Palabras clave:** metáfora conceptual, cognitivismo, análisis contrastivo, física.

## Abstract

*A contribution to the study of metaphor in Quantic Physics in Spanish and English texts*

This paper offers a qualitative analysis of the main conceptual metaphors found in Quantum Physics. Grounded on the Cognitive Approach (Lakoff, 1993; Ungerer & Schmid, 1996), the study of the lexicalized and structural metaphors

is followed by their contrastive analysis in English and Spanish. Results show that metaphors of quantification and discontinuity of matter, and the schema of war in the conceptualization of elementary particles (Cuadrado Esclapez & Berge Legrand, 2005) are highly relevant in this language. This schema, present in many other conceptualizations in different fields (Lakoff & Johnson, 1980, 1999; Ortony, 1993), contains in its development the concept of power and confrontation, also to be found in both languages. The contrastive analysis, furthermore, demonstrates that conceptual metaphors are not always isomorphic in these two languages, although in most cases they cross the linguistic barriers. Thus, some of the terms resulting from the cognitive metaphors and schemas, originated in English while being created by German speaking scientists, undergo a process of reinterpretation as they pass into Spanish.

**Key words:** conceptual metaphors, cognitivism, contrastive analysis, physics.

## Introducción

Este artículo tiene por objetivo principal el análisis de las metáforas como instrumentos para representar el conocimiento científico. Los marcos teóricos en los que se encuadra son el semántico-pragmático y el cognitivo; el primero dedicado al estudio del significado y del uso de la lengua, y el segundo, descrito como teoría general del conocimiento humano.

En la lingüística tradicional, la ciencia había estado asociada a un lenguaje objetivo y conciso, que no daba cabida a las formas metafóricas o a un lenguaje de carácter figurativo. Sin embargo, en oposición a esta hipótesis, el cognitismo reivindica para la metáfora un papel fundamental en la conceptualización de la realidad científica. Esto se refleja en estudios tanto sobre su función para la representación del conocimiento y las teorías científicas (*theory-constructive metaphors*), como en trabajos sobre su función explicativa o exegética en la ciencia (Boyd, 1993). Entre los últimos se encuentran los análisis realizados dentro de la medicina (Salager-Meyer, 1990), la economía (White Hayes, 1996), la publicidad (Cortés de los Ríos, 2001), o los que versan sobre la ciencia en general (Boyd, 1993; Stambuk, 1998; Knudsen, 2003). Todos ellos contribuyen a poder mantener que la metáfora, como proceso de nuestro sistema conceptual, supone un elemento esencial para la comprensión intelectual de la ciencia a través de la propia experiencia humana que queda así fuera de los límites del mundo científico.

Por otra parte, el pensamiento metafórico también da origen a los modelos

científicos, que organizan parcelas enteras de la realidad. Los modelos junto con los esquemas y las metáforas, crean y suscitan nuevas analogías, muchas de las cuales son fundamentales para el avance científico o para la adopción de una línea de investigación diferente (Black, 1962, 1993; Miller, 1993; Collins y Gentner, 1995).

Finalmente, es preciso manifestar que las metáforas no reflejan la realidad de manera total ni objetiva, sino que esconden algunos de sus aspectos y acentúan otros. Se trata siempre de conceptualizaciones parciales, puesto que en cualquier otro caso no sería posible hablar de metáfora, sino de representación objetiva del mundo. De ahí que en muchas ocasiones sea necesaria la utilización de distintas concepciones metafóricas para llegar a la descripción más fiel o más completa posible de un concepto científico. Según Lakoff y Johnson (1980), cada una de las diferentes formas de estructurar un mismo concepto sirven a distintos propósitos, enfatizando un aspecto diferente del concepto; es decir, cada metáfora se encarga de proporcionar una perspectiva sobre el concepto y de estructurar uno o varios de sus aspectos.

## 1. Metodología y descripción del corpus

El análisis de las metáforas como instrumento para representar el conocimiento científico se realiza tanto desde la microestructura como de la macroestructura del texto. Para ello se ha tomado como punto de partida el estudio del léxico de la física cuántica en el que figura el proceso metafórico, hasta llegar a determinar las principales metáforas conceptuales que sustentan la categorización de este conocimiento; tras este estudio de carácter cognitivo, se presenta un análisis contrastivo en inglés y en español de los casos hallados.

Que el léxico sea (según Alcaraz Varó, 2000) el elemento lingüístico más privilegiado en la composición de la realidad, queda hoy fuera de toda discusión entre la comunidad lingüística. Así, para algunos autores como Gutiérrez Rodilla (1998: 37), su interés es tal, que incluso puede considerarse el “elemento caracterizador del lenguaje científico”. Dicho esto, es necesario comenzar por señalar la importancia del concepto diacrónico y evolutivo de la lengua para este estudio, ya que muchas palabras consideradas en este momento como lenguaje literal han sido metáforas en un momento lingüístico previo. Un ejemplo de ello, que volveremos a encontrar en otro

contexto con la metáfora de la ola y la onda, es el de cresta, ya analizado anteriormente por Ullmann (1972: 241), que explica: “cuando la cima de una montaña es llamada cresta (es) porque se parece a la cresta de la cabeza de una animal”. Estos casos de analogía son muchas veces de gran interés en el estudio de la formación y evolución del pensamiento y del lenguaje.

Bajo esa perspectiva lingüística se ha analizado un corpus constituido fundamentalmente por la obra de Stephen Hawking (1996) *A Brief History of Time. From the Big Bang to the Black Holes* (5ª edición) y de su traducción al castellano *La Historia del tiempo* (1992). El libro constituye una obra general sobre las leyes físicas que rigen y determinan el universo. Su indiscutible importancia dentro de la física teórica y la riqueza en terminología científica acerca de la física de partículas justifica su elección desde el punto de vista lingüístico. Este corpus se ha completado por textos fundamentales dentro de la denominada física moderna (Weinberg, 1977; Asimov, 1982), así como por diferentes artículos de divulgación científica en inglés y español.

## **2. Breve perspectiva histórica de la formación de las metáforas en el lenguaje de la física cuántica**

Muchos de los conceptos fundamentales de la física y la astrofísica, tal como el átomo, la energía o la materia aparecen en la cultura occidental durante el mundo clásico y el desarrollo de su campo conceptual a lo largo de nuestra historia se produce mediante cambios en su estructura interna, es decir, en sus rasgos definitorios. Sin embargo, su esencia se mantiene vigente por ser términos que están situados entre los conceptos filosóficos y científicos. Algunas de estas metáforas se asientan sobre palabras que han ido modificando paulatinamente su contenido semántico; otras, sobre términos que han sido olvidados durante determinadas etapas y son recuperados más tarde para venir a designar realidades totalmente diferentes a las que referían cuando se originaron.

La solución a la conceptualización de nuevas realidades y a la designación de nuevos conceptos está en manos de los científicos, muchos de los cuales, de manera consciente o inconsciente, se ven en la necesidad de recurrir a la metáfora para poder conceptualizar, comunicar y explicar la realidad del mundo. En la física cuántica se utilizan términos, como “espín” o “gluón”, con una estructura interna muy desarrollada y constituidos con la claridad suficiente para poder dar sentido y coherencia a una realidad

hasta entonces totalmente desconocida. Los nuevos hallazgos científicos descubren una realidad que no sólo no tiene nada en común con el mundo físico cercano al hombre, sino que, además, contradice gran parte de las concepciones de la física hasta el momento y se aparta de la experiencia proporcionada por los sentidos.

A continuación, se expondrán las principales metáforas sobre la materia así como las maneras diferentes de conceptualizar las partículas, lo que generalmente se consigue mediante representaciones que las hacen más tangibles y específicas. Así, las partículas las podemos encontrar como contenedores, como ondas, como números cuánticos o como seres vivos participantes en un proceso. Es decir, destacan los términos que hacen referencia a sus características prominentes.

El estudio de las metáforas sobre las partículas elementales continuará con el análisis contrastivo de la metáfora basada en el poder y la lucha: *forces dominate the physical worlds* [las fuerzas dominan el mundo físico] (Cuadrado Esclapez y Berge Legrand, 2005), que ayuda a estructurar el mundo de la física moderna. A partir de ella, se suscitan diferentes conexiones semánticas referidas al dominio, a la aniquilación y, finalmente, al concepto de libertad o a la ausencia de ésta. Para que esto sea posible, presupone que las partículas tengan cuerpo, vida y también mueran.

### 3. Análisis de las Metáforas de la Mecánica Cuántica

La metáfora fundamental de la mecánica cuántica, que le asigna su denominación, es “la materia se cuantifica”; a partir de aquí se genera una gran cantidad de extensiones metafóricas que irán desarrollándose a continuación.

(a) *Matter quantifies* [la materia se cuantifica]

La física cuántica constituye una nueva perspectiva que supone la ruptura total con respecto a la explicación clásica del mundo de la que el hombre ha dispuesto hasta ese momento. Entre otras muchas consecuencias, la adopción de esta metáfora conceptual implica un cambio en la definición de la materia, tal como explica Amaya y García de la Escosura (1998: 67) en el siguiente párrafo:

Una partícula elemental no puede ser descrita en términos clásicos (...); se puede decir que a lo que más se asemeja es a un conjunto de números

cuánticos, por lo que la antigua impenetrabilidad de la materia se transforma en la física cuántica en la impenetrabilidad para los números cuánticos, ya que la respuesta a la pregunta ¿qué es la materia? Es sin duda alguna: un conjunto de números cuánticos.

Las tres principales metáforas asociadas a la metáfora de la cuantificación de la materia son:

(a.1) *The spectrum of energy is entropic* [El espectro de la energía es entrópico]

El 14 de diciembre del año 1900, Max Planck presentó en la *German Physical Society* su trabajo “On the theory of the energy distribution law of the normal spectrum” (Planck, 1901). Es la primera vez que se utiliza la metáfora de la cuantificación y distribución, si bien como mantiene Johnson Sheehan (1997), el término cuántico no se acuña hasta años más tarde. Esta metáfora, como se verá a continuación, sirve de base para la aparición de nuevas teorías científicas, al ser aplicada mediante el razonamiento analógico, a distintos campos. La teoría de los cuantos supone una verdadera revolución en la física pues rompe con las concepciones de la física clásica sobre la materia y la radiación que asumía en ellas la idea de continuidad.

Hoy en día se intenta aplicar también la mecánica cuántica a la ciencia computacional. Cirac y Zoller (2000) parten de un principio básico de la mecánica cuántica, el *entanglement*<sup>4</sup>, por el cual la modificación de un cuanto de energía se traduce instantáneamente en la modificación de un segundo cuanto situado a cierta distancia sin que medie ningún tipo de conexión física entre ellos. Su origen etimológico es el término latino *quantum*.

Ejemplos:

- (1) Each *quantum* had a certain amount of energy that was greater the higher the frequency of the waves, so at a high enough frequency the emission of a single quantum would require more energy than was available (60).<sup>2</sup> / cada uno de ellos poseía una cierta cantidad de energía que era tanto mayor cuanto más alta fuera la frecuencia de las ondas, de tal forma que para frecuencias suficientemente altas, la emisión de un único cuanto requeriría más energía de la que se podía obtener (82).
- (2) This *quantum* will disturb the particle and change its velocity in a way that cannot be predicted (60-61). / Este cuanto perturbará la partícula, cambiando su velocidad en una cantidad que no puede ser predicha. (83).

(a.2) *Matter is found in packets* [La materia se agrupa en paquetes]

La aparición de esta metáfora que proporciona corporeidad no se justifica en la inexistencia de una forma previa para la conceptualización de esta realidad, pues se podría haber expresado mediante el término *grupo* o *conjunto*, ambos términos de gran frecuencia en el lenguaje de las matemáticas. La metáfora de los paquetes aporta, sin duda, una fuerza plástica y visual por expresar este término un objeto concreto, tangible y material.

Ejemplos:

- (3) The German scientist Max Planck suggested in 1900 that light, X rays and other waves could not be emitted at an arbitrary rate, but only in certain *packets* that he called quanta. (60) / El científico alemán Max Planck sugirió en 1900 que la luz, los rayos X y otros tipos de ondas no podían ser emitidos en cantidades arbitrarias, sino solo en ciertos paquetes que él llamó cuantos. (82).

Extensiones metafóricas:

- (4) ¿Qué valor daría a la constante de Planck, el parámetro que determina el tamaño de los pequeños paquetes —denominados cuantos— en que la energía sería *empaquetada*? (*El País*, 27 septiembre 2000: 36).

(a.3) *Matter is discontinuous* [La energía es discontinua]

Esta metáfora sobre la discontinuidad de la materia y la energía es parte de la misma metáfora conceptual que la anterior. *La energía es discontinua* sustituye un fundamento científico profundamente arraigado en la física clásica: *la energía es continua*. Como mantiene Johnson Sheehan (1997: 187) con respecto al proceso que conduce a la adopción de la metáfora cuántica, es precisa la creación de una serie de términos nuevos y la sustitución de otros para poder describirla:

As Planck recognizes, the presumption of atomism that is the basis of Boltzmann's theory of thermodynamics urges a redefinition of energy into atomistic or discontinuous terms. Therefore, he discusses energy through a cluster of atomistic terms like "discrete", "energy element", "integer", "equal parts" "independent" and "complexions.

Ejemplos:

- (5) Aristotle believed that matter was *continuous*, i.e. one could divide a piece of matter into smaller and smaller bits without any limit (...) (69). / Creía

Aristóteles que la materia era continua, es decir, que un pedazo de materia se podía dividir sin límite en partes cada vez más pequeñas (...) (93).

Extensiones metafóricas:

- (6) A few Greeks, however, such as Democritus, held that matter was inherently *grainy* (...) (69). / Sin embargo, unos pocos griegos, como Demócrito, sostenían que la materia era inherentemente granular (...) (93).

#### 4. Metáforas sobre la estructura interna de las partículas elementales

La terminología con la que se designan las partículas fundamentales procede en su mayor parte, como se observará a continuación, de las lenguas clásicas (como es el caso de los electrones o neutrones). Sin embargo, en algunos casos también se origina de una forma arbitraria, es decir, sin que exista ningún vínculo semántico entre la palabra elegida y lo designado (por ejemplo, los *quarks* o la utilización de sabores y colores).

En el grupo de las partículas elementales se integran las partículas que no están formadas por otras. En la actualidad lo integran las siguientes: los leptones (el electrón y su neutrino; el muón y su neutrino; el tautón y su neutrino); los hadrones (los mesones y bariones) y las partículas mediadoras (los fotones y los bosones pesados).

Los leptones son seis: el electrón, el muón, el tautón (con carga eléctrica negativa) y sus tres neutrinos (sin carga negativa). Existen, además, seis antipartículas. Los quarks son también de seis tipos o sabores y se designan con pares de letras (u,d), (c,s) y (t,b). Tienen carga eléctrica fraccionaria y poseen carga de interacción fuerte que puede ser de tres clases, llamadas colores. Podemos igualmente encontrar los seis antiquarks correspondientes. Finalmente, los hadrones no son partículas elementales, sino que están formadas por quarks. Pueden ser de dos tipos: mesones (formados por un quark y un antiquark) y bariones (formados por tres quarks) (véase la clasificación resumida que figura en la Tabla 1).

En las interacciones fundamentales, las partículas mediadoras o intermediarias (en inglés denominadas *messenger particles*), cuya interpretación será analizada más adelante, son: el fotón (responsable de la interacción

electromagnética), tres bosones pesados (relacionados con la interacción débil), ocho gluones (que median la interacción fuerte y nunca se observan libres) y el gravitón, responsable de la interacción gravitatoria.

Leptones:	Hadrones:	Partículas mediadoras:
Electrón/ y su neutrino	Mesones (quark y antiquark)	Fotones
Muón/ y su neutrino	Bariones (tres quarks)	Bosones pesados
Tautón/ y su neutrino		Gluones

Tabla 1. Tipos de partículas.

Como se desprende de esta clasificación, únicamente es posible encontrar connotaciones metafóricas en el término “gluón”. Desde el punto de vista contrastivo, en él, que deriva etimológicamente de *glue* (pegar) y *-on*, encontramos que en la lengua meta se adopta la terminología inglesa. De ahí que haya una pérdida de significado y de connotaciones metafóricas. Según el *Oxford English Dictionary*, “gluón” se define como: “Any of a group of massless bosons possessing colour that are postulated as carriers of the colour force that binds quarks together in a hadron”.

(b) *Particles contain charges* [Las partículas contienen carga]

Al activar la metáfora de la fuerza se activa simultáneamente la de las partículas como contenedores. En ella aparece proyectado sobre las partículas el esquema del contenedor (Lakoff y Johnson, 1980). El esquema de imagen del contenedor se emplea con gran frecuencia en la conceptualización de la realidad, y se manifiesta constantemente en los diferentes registros de la lengua. En este caso está asociada la metáfora de la carga que, según se recoge en la Nueva Enciclopedia Larousse en su tercera acepción, es “lo que se transporta en hombros, a lomos o en cualquier vehículo”. Una carga eléctrica la constituye la cantidad de electricidad que posee un cuerpo.

Esta metáfora se manifiesta generalmente mediante sustantivos o verbos, entre los que destacan los sustantivos: *charge*/carga, *discharge*/descarga, *load*/carga, etc., y los verbos: *to charge*/cargar, *to discharge*/descargar, *to load*/cargar, *to unload*/descargar y *to carry*/llevar.

Ejemplos:

- (7) (...) the electromagnetic force, which interacts with electrically *charged* particles like electrons and quarks (77) / La fuerza electromagnética, que

interactúa con las partículas cargadas eléctricamente, como los electrones o los quarks [...]. (102)

(8) (...) not with *uncharged* particles, such as gravitons [...] (77) pero no con las partículas sin carga, como los gravitones. (102)

Extensiones metafóricas:

(9) *Force carrying* particles can be grouped into four categories (79) / Las partículas portadoras de fuerza se pueden agrupar en cuatro categorías (...). (101)

## 5. Metáforas sobre la dualidad onda partícula

Otra forma de definición de la partícula es mediante la dualidad “onda partícula” (también denominada dualidad “onda corpúsculo”), mediante la cual se puede describir todo el universo. “Onda” se define como “una perturbación de naturaleza acústica, electromagnética, etc., que se propaga en un medio progresivamente, en una, dos o tres dimensiones, al modo de una *onda* en la superficie del agua” (Lévy, 1992: 567).

La dualidad onda partícula se plantea en las primeras décadas del siglo XX para explicar los fenómenos del microcosmos, en una reconciliación de dos conceptos claramente excluyentes entre sí a los ojos de la razón y de la experiencia de la física clásica. Sin embargo, el nuevo formalismo matemático que daba cuenta de este comportamiento era totalmente consistente. La dualidad se pone de manifiesto en el famoso experimento de la doble rendija, en el que el comportamiento ondulatorio se observa en forma de difracción y de patrones de interferencia, y el corpuscular se manifiesta en el efecto fotoeléctrico.

Como afirma Hawking (1996: 64), “For some purposes it is helpful to think of particles as waves and for other purposes it is better to think of waves as particles”. El autor explica esta dualidad en el siguiente ejemplo:

(10) A nice way of visualizing the wave/particle duality is the so called sum over histories introduced by the American scientist Richard Feynman. In this approach the particle is not supposed to have a single history or path in space-time, as it would in a classical, non-quantum theory. Instead it is supposed to go from A to B by every possible path. With each path there are associated a couple of numbers: one represents the size of a

wave and the other represents the position in the cycle (i.e. whether it is a crest or a trough). Neighbouring paths, the phases or positions in the cycle will differ greatly. (67) / Un modo interesante de visualizar la dualidad onda partícula es a través de un método conocido como suma sobre historias posibles, inventado por el científico norteamericano Richard Feynman. En esta aproximación, la partícula se supone que no sigue una única historia o camino en el espacio-tiempo, como haría en una teoría clásica, en el sentido de no cuántica. En vez de esto, se supone que la partícula va de A a B a través de todos los caminos posibles. A cada camino se le asocia un par de números: uno representa el tamaño de una onda y el otro representa la posición en el ciclo (es decir, si se trata de una cresta o de un valle, por ejemplo). La probabilidad de ir de A a B se encuentra sumando las ondas asociadas a todos los caminos posibles. Si se compara un conjunto de caminos cercanos en el caso general, las fases o posiciones en el ciclo diferirán enormemente. (89)

(c) *Waves have crests and troughs* [Las ondas tienen crestas y valles]

Esta metáfora lexicalizada se utiliza para la explicación del comportamiento de la onda. Los términos *crest* y *troughs* dan nombre a la parte prominente de ésta y la contraria, respectivamente. No existe una correspondencia total entre el inglés y el español. Mientras que *crest* se traduce por “cresta”, *trough* se emplea para referirse a lo que en castellano se denomina “valle” de la onda.

Esta metáfora se aplica, además, en otros campos de la ciencia muy diferentes entre sí: por ejemplo, en estadística, corresponde en castellano a “mínimo” y en meteorología indica las “bajas presiones”.

(d) *Particles spin* [Las partículas giran]

Las partículas poseen una propiedad denominada espín (término metafórico en su lengua de origen) que representa a la partícula como una peonza girando sobre su eje. Dicha metáfora se aleja del fenómeno descrito en el hecho de que, según la mecánica cuántica, las partículas no tienen un eje bien definido. El espín proporciona la información relativa a cómo se muestra una partícula desde diferentes perspectivas mediante una imagen visual. Para Miller (1984), el término *spin* supuso la recuperación de las imágenes mentales (*Anschauungsbildern*) proporcionadas por la percepción sensorial para la explicación de los fenómenos de la física:

By separating causality from a space-time description Bohr was able to regain, in a suitably restricted form, pictures from the world of perceptions, that is *Anschauungsbildern*, whose loss he had lamented in 1925 and for which he was willing to go to the length of welcoming the notion of spin in 1926. (Miller, 1984: 152)

Miller (1984: 154) reconoce, sin embargo, que existen propiedades que quedan fuera de toda posibilidad de percepción por parte de nuestros sentidos, cuando menciona: “the intrinsic properties of elementary particles that may not be open to our perceptions, e.g. electron spin”.

Las partículas de espín  $1/2$  forman la materia del universo y obedecen el Principio de Exclusión de Pauli, según el cual, dos partículas similares no pueden tener la misma posición y la misma velocidad. Las partículas de espín entero transmiten las fuerzas. No obedecen el principio de exclusión y por tanto, pueden dar lugar a fuerzas muy intensas. En alguna ocasión pueden dejar de ser virtuales y manifestarse por medio de ondas (metáfora de la dualidad onda partícula). Las partículas portadoras de fuerzas se agrupan en cuatro categorías. De esta forma, la metáfora anterior y la metáfora de la carga se entrecruzan para reflejar, combinadas, esta realidad.

El proceso funcional mediante el cual se manifiesta la metáfora conceptual puede ser de relación (como propiedad de la partícula): *particles have spin*; o material (como verbo): *particles spin*.

Finalmente, es preciso observar que *spin* evoca en inglés una situación de doble rotación mientras que el concepto de girar en español implica rotación única y sencilla.

Ejemplos:

- (11) These particles have a property called *spin*. (73) / Estas partículas tienen una propiedad llamada espín. (97)
- (12) What the *spin* of a particle really tells us is what the particle looks like from different directions. (73) / Lo que nos dice realmente el espín de una partícula es cómo se muestra la partícula desde distintas direcciones. (97)

Extensiones metafóricas:

- (13) One way of thinking of spin is to imagine the particle as little tops *spinning* about the axis. (73) / Un modo de imaginarse el espín es representando a las partículas como peonzas girando sobre su eje. (97)

Con respecto a la bondad de esta metáfora, y a pesar de que proporcione una imagen visual poderosa, existe la posibilidad de que conduzca a error puesto que para que un objeto gire es necesario que posea una forma definida y determinada. De ahí que Hawking (1996: 73) mantenga: “However, this can be misleading, because quantum mechanics tells us that the particles do not have any well defined axis”.

(e) *Particles decay* [Las partículas se desintegran]

Este término presenta una serie de connotaciones metafóricas en inglés que sugieren conceptos como pudrición, desmoronamiento o decadencia de las que carece la palabra empleada en español, en el que desintegrarse es fundamentalmente denotativo y no connotativo.

Ejemplos:

- (14) (...) protons, which make up much of the mass of ordinary matter *decay* into lighter particles such as antielectrons. (83) / Los protones, que constituyen gran parte de la materia ordinaria, pueden decaer espontáneamente en partículas más ligeras, tales como antielectrones. (107-108)

## 6. Metáforas sobre el dominio

La presencia del esquema de la guerra (Lakoff y Johnson, 1980, 1999; Ortony, 1993) en la conceptualización de la física de partículas ha sido llevada a cabo en estudios anteriores (Cuadrado Esclapez y Berge Legrand, 2005; Cuadrado Esclapez, 2002). La gran frecuencia de esta forma de conceptualización del mundo humano se justifica en el hecho de que la guerra y la agresión están latentes en gran parte de las manifestaciones humanas a lo largo de nuestra historia, y constituyen unos elementos con fuertes fundamentos biológicos en la conducta de todos los seres vivos. Todo ello hace predecir que un análisis contrastivo manifieste su presencia en ambas lenguas.

Desde el plano estructural de este fenómeno, Gordillo y Terrades (1973) distinguen entre agresión simétrica y agresión asimétrica. La primera es horizontal y la segunda es vertical. La agresión no suele encontrarse en estructura simétrica (la horizontal), sino que se inclina generalmente hacia el dominio por la fuerza. En el esquema utilizado por la física que se desarrollará a continuación intervienen ambas. Cuando hablamos de

aniquilación de partículas se produce una agresión simétrica, pues los participantes se encuentran en un mismo plano, mientras que cuando intervienen las fuerzas y las partículas la estructura es asimétrica porque existe una jerarquía. Cuando la agresión entra en una estructura asimétrica se activa el concepto del castigo y el arte de la guerra y la agresividad se racionalizan. Mantienen Gordillo y Terrades (1973: 29) que “la racionalización acompaña normalmente a toda conducta agresiva y es susceptible de manifestarse indirectamente de formas diferentes”.

El esquema general del dominio y la guerra, suscitado por la agresión asimétrica, origina una serie de sub-esquemas en los que los participantes son las partículas y las fuerzas, y los procesos son aquellos que se llevan a cabo por las interacciones entre ambas partes. La guerra implica los siguientes procesos: dominio, sometimiento, obediencia y finalmente esclavitud, que a su vez implica la idea del confinamiento o pérdida de libertad, y sus opuestos: libertad y liberación. De lo anterior se deduce que todos éstos están conectados mediante un sistema de redes internas, es decir, el proceso relativo a la esclavitud implica a su vez el del confinamiento, y también, por oposición a éstos, surgen los procesos sobre la libertad y la liberación, la mediación ante un conflicto y así sucesivamente.

Los principios generales de la física de partículas, por lo tanto, se asientan sobre una metáfora muy completa, estructurada y bien definida en la que se entrecruzan diversos dominios cognitivos. Esta suprametáfora se resume a continuación: en el mundo hay una fuerza general (cuyos postulados aún no han sido encontrados por el ser humano), que se desdobra en cuatro fuerzas individuales, determinadas y descubiertas por la ciencia. La “Teoría de la Gran Unificación” (*The Great Unification Theory*)<sup>3</sup> es la encargada de descubrir la fuerza general que integra a todas las demás fuerzas. Entre tanto, las fuerzas individuales dominan. A los feudos sobre los que cada una de ellas ejerce su poder se les denominan “dominios”. Cada fuerza tiene sus propios dominios, así por ejemplo “on the small scales of the atoms and molecules, electromagnetic forces dominate” (Hawking, 1996: 78). En esta conceptualización general de una parte de la realidad física sobre la estructura de la dominación se hace especialmente evidente la afirmación de Johnson (1987: xii) sobre la influencia y manera de determinar y hasta cierto punto reducir la realidad: “metaphor is a pervasive, irreducible, imaginative structure of human understanding that influences the nature of meaning and constrains our rational inferences”.

Ejemplos:

- (15) the gravitational forces from the distant stars would *dominate* over that from the earth. (19) / Las fuerzas gravitatorias debidas a las estrellas lejanas dominarían frente a la atracción de la tierra. (36)
- (16) On the small scales of atoms and molecules, electromagnetic forces *dominate* (78) / A distancias pequeñas, típicas de átomos y moléculas, las fuerzas electromagnéticas, dominan.(102)

Extensiones metafóricas:

- (17) Even for objects the size of stars, the attractive force of gravity can *win* over all the other forces, and cause the star to collapse. (87) / Incluso para objetos del tamaño de una estrella, la fuerza atractiva de la gravedad puede dominar sobre el resto de las fuerzas y hacer que la estrella se colapse. (112)

A partir de la metáfora lexicalizada del dominio es posible la creación de metáforas no lexicalizadas o metáforas imaginativas. Un ejemplo lo constituye *escape from a force*, en la que *escape* no es parte integrante del vocabulario específico de la física. Su soporte morfológico es verbal: *To escape*/escapar.

Ejemplos:

- (18) At this temperature protons and neutrons would no longer have sufficient energy to *escape* the attraction of the strong nuclear force, and would have started to combine together to produce the nuclei of atoms of deuterium (...) (130) / A esta temperatura protones y neutrones no tendrían ya energía suficiente para vencer la atracción de la interacción nuclear fuerte, y habrían comenzado a combinarse juntos para producir los núcleos de átomos de deuterio (...).

(f) *Particles annihilate each other* [Las partículas se aniquilan entre sí]

La metáfora de la aniquilación se utiliza para expresar en física el fenómeno que resulta del contacto de una partícula con su antipartícula. Aniquilar es convertir en energía radiante. En ella las partículas se nos presentan como seres animados capacitados para el exterminio. De esta forma, el microcosmos se convierte en un campo de batalla.

Las razones para la creación de esta metáfora pueden ser de carácter histórico, ya que no existe ningún motivo lo suficientemente fuerte como

para que esta realidad sea necesariamente conceptualizada así. De hecho, la aniquilación o reducción a la nada no podría ser una metáfora que se acercara o fuera fiel a la realidad del cosmos pues nada desaparece, sino que se transforma. Lévy (1992) propone en su lugar la palabra “desmaterialización”, pues mantiene que el término “aniquilación”, “bien que profusamente utilizado, es impropio, ya que la desaparición de corpúsculos es compensada siempre por la aparición de una energía radiada cuantitativamente equivalente” (Lévy, 1992: 514). No obstante, y a pesar de que falsea la realidad externa, “aniquilación” es un término totalmente coherente con la estructura del dominio conceptual en el que se genera y desarrolla el lenguaje de la física de partículas. Como es posible observar, el primer registro de este término como verbo, según el *Oxford English Dictionary*, data de 1930, un periodo histórico marcado por la experiencia de una guerra mundial en la que por primera vez en la historia hacen su aparición las armas químicas, y en el que se fraguaba una segunda que iba a ser aún mucho más cruel y devastadora para la humanidad.

Ejemplos:

- (19) One can think of these fluctuations as pairs of particles of light or gravity that appear together at some time, move apart, and then come together again and *annihilate* each other (116) / Uno puede imaginarse estas fluctuaciones como pares de partículas de luz o de gravedad que aparecen juntas en un instante determinado, se separan y luego se vuelven a juntar, aniquilándose entre sí. (144)
- (20) We would again observe a lot of radiation from *annihilations*. (84) / Observaríamos de nuevo una gran cantidad de radiación producida por las aniquilaciones. (109)

Extensiones metafóricas:

- (21) This is the anticipated behaviour if the original particles were positive electrons which *annihilate in fight*. (*Oxford English Dictionary*, 1989: 484)

El proceso de aniquilación interviene en la explicación del comienzo del universo, tal como aparece a continuación en la explicación del modelo caliente del *big bang* (Hawking, 1996: 129):

- (22) As the universe continued to expand and the temperature to drop, the rate at which electron/antielectron pairs were being produced in *collisions* would have fallen below the rate at which they were being *destroyed* by

*annihilation*. (129) / A medida que el universo continuaba expandiéndose y la temperatura descendiendo, el ritmo al que los pares electrón/antielectrón estaban siendo producidos en las colisiones habría descendido por debajo del ritmo al que estaban siendo destruidos por aniquilación. (157)

Ejemplos:

- (23) (...) it is an important property of the force-carrying particles that do not *obey* the exclusion principle (76) / Una propiedad importante de las partículas portadoras de fuerza es que no obedecen el principio de exclusión. (100)
- (24) CP Symmetry was not *obeyed* in the decay. (86) / Ni siquiera la simetría CP se conservaba en la desintegración. (111) En este caso, desaparece la metáfora en el texto español.

(g) *Movement is freedom* [El movimiento es libertad]

El modelo “las fuerzas dominan el mundo” suscita la metáfora “el movimiento de las partículas es libertad”. La partícula libre es aquella que se puede mover sin que otras fuerzas que provienen de otras partículas las determinen. Al igual que en el caso anterior, consideramos que (Cuadrado Esclapez y Berge Legrand 2005: 174):

This is patently the case of the correlation that exists between scientific thought and the historical, political and social moment that frames it (...); the generation of theme related new metaphors is conditioned by the cultural context experienced by the authors.

Ejemplos:

- (25) Experiments with large particle accelerators indicate that at high energies the strong force becomes much weaker, and the quarks and gluons behave almost like *free particles*. (81) / Experimentos realizados con grandes aceleradores de partículas indican que a altas energías la interacción fuerte se hace mucho menos intensa, y los quarks y los gluones se comportan casi como partículas libres. (106)

Esta metáfora sugiere un gran número de extensiones metafóricas, por ejemplo, las relativas a la esclavitud, el confinamiento, etc.

(h) *Particles send messages* [Las partículas median]

En esta metáfora destaca el hecho de que no existe una correspondencia entre la terminología inglesa y la española. La designación de “partículas mediadoras” forma parte de la suprametáfora relativa al dominio y al enfrentamiento que subyace bajo la conceptualización del mundo cuántico. En la *Nueva Enciclopedia Larousse* se define “mediador” como aquel “que media o interviene en una discusión, problema, etc., tratando de solucionarlo”. En su tercera acepción se recoge asimismo su sentido y alcance social: “Dícese de la persona o grupo de personas que intervienen en un conflicto colectivo para solucionarlo, mediante gestiones ante las partes en conflicto”.

Desde un aspecto antropológico, la mediación hace referencia a una estructura compleja de agresividad asimétrica. El mediador va legitimado y dotado de una fuerza y derecho. Al establecerse la mediación, la agresividad se constituye en fenómeno social y no natural, a pesar de que este adjetivo, en el campo de la jurisprudencia, por ejemplo, se utilice equivocadamente. Así, como mantienen Gordillo y Terrades (1973), lo que se designa como derecho natural es el más cultural de todos, ya que establece intercambios y asimetrías precipitados por reglas culturales.

Es importante observar que esta metáfora dentro del esquema del dominio no existe en la lengua inglesa, idioma en el que se originan gran parte de estos términos. Su correspondencia es *messenger*, palabra que no recoge las connotaciones de ésta última, a pesar de ser igualmente metafórico. El mensajero intercambia información. Esta metáfora se encuentra también en biología para designar el tipo de molécula que lleva información genética. No existe correspondencia exacta con el castellano, que la traduce como mediadora o intermediaria.

(i) *Particles are bodies* [Las partículas son cuerpos]

Las partículas son cuerpos es otra metáfora raíz que se desprende de la macroestructura del texto y es posible encontrarla por tanto a lo largo de toda la obra de Hawking tanto en inglés como en su traducción al castellano. La primera metáfora desarrollada a partir de la partícula como un cuerpo es la de la vida. A partir de ella, se generan muchas otras, como por ejemplo la muerte, la percepción sensorial, etc.

Ejemplos:

- (26) Probable *life of proton* must be *greater* (84) / la vida media del protón debe ser mayor (109).
- (27) The one with negative energy is condemned to be a *short-lived* particle. (116) / el que tiene energía negativa está condenado a ser una partícula virtual de vida muy corta (145).

#### Extensiones metafóricas:

- (28) This force is universal, that is every particle *feels* the force of gravity, according to its mass or energy. (77) / Esta fuerza es universal en el sentido de que toda partícula la experimenta. (101)
- (29) The left hand of the electron (Asimov, 1982) / El electrón es zurdo (Asimov, 1982).
- (30) “Material zurdo” (Título de artículo) (...) que invertían el comportamiento de muchas propiedades electromagnéticas fundamentales (...) (Diario *El País*, 2 de mayo de 2001: 30).

El ejemplo 29 refleja la expresión metafórica creada por Asimov a partir de la metáfora conceptual “los electrones son seres humanos”. Como el propio científico explica (Asimov, 1982: 73), puede afirmarse que el electrón es zurdo porque se ha comprobado que cuando le afectan las interacciones nucleares débiles, éste “tiende a actuar a izquierdas y no a derechas”.

## 7. Resultados

Del análisis de los textos se desprende que las tres principales metáforas asociadas a la cuantificación de la materia son:

- (a) el espectro de la energía es entrópico;
- (b) la materia se agrupa en paquetes; y
- (c) la energía es discontinua.

Con respecto a las metáforas sobre las partículas elementales, bien son de carácter aislado y terminológico (“gluón”) o bien pertenecen a las metáforas conceptuales “las partículas son cuerpos”, a “la metáfora de la carga” (bajo la que subyace el esquema de imagen del contenedor) y a “la metáfora de la dualidad onda-partícula”. Finalmente, la metáfora del dominio, analizada ya en estudios anteriores (Cuadrado Esclapez, 2002; Cuadrado Esclapez y

Berge Legrand, 2005), muestra una compleja serie de expresiones metafóricas basadas en el esquema de la guerra.

Con respecto a un segundo análisis de carácter contrastivo, si analizamos el esquema conceptual que se desprende de las metáforas encontradas en el texto original, vemos que en español, la lengua meta, se adoptan con gran fidelidad casi todos los términos metafóricos acuñados para la física cuántica y para la física de partículas, tanto de las metáforas de la discontinuidad, como las del dominio y de la carga. Sin embargo, no hay una correspondencia total y absoluta entre estas dos lenguas, sino que en algunos términos puntuales se produce una pérdida de la metáfora o un solapamiento revelador.

Éste es el caso los ejemplos que se desarrollarán a continuación, en los que se muestra que en la traducción se produce uno de los siguientes procesos:

Pérdida de connotaciones.

Ubicación en un dominio cognitivo diferente.

Retención de alguno de los rasgos constituyentes comunes.

Expansión de la metáfora conceptual.

Desaparición de la metáfora en la lengua meta.

(a) Casos en los que se pierden connotaciones, lo que limita el proceso paralelo de una extensión potencialmente generadora de otras metáforas afines: *To decay*.

*To decay*

Idea: degenerar

Imagen: Putrefacción

*Decaer*

Idea: ir a menos

Imagen: pasar de posición superior a inferior

Asociaciones con imágenes parecidas:

Proceso de extensión de metáfora activado.

(b) Casos en los que la metáfora en la lengua origen pertenece a un campo conceptual y en la lengua meta se sitúa en un campo diferente: *To escape*.

*To escape*

Idea: evitar confrontación

Imagen: pasar de una posición de inferior a igualdad.

*Vencer*

Idea: buscar confrontación

Imagen: pasar de una posición de igualdad a superior

(c) Casos en los que los dos términos, el inglés y el español, retienen rasgos constituyentes comunes que confirman la naturaleza estructural de la metáfora conceptual: *trough*/valle, *to feel*/experimentar.

En el primer caso, el rasgo que se comparten ambos términos es de carácter formal. Es decir, el esquema del corte transversal de una depresión entre montañas es similar al corte transversal de un abrevadero o un pesebre. Un segundo caso de retención de rasgos constituyentes es el de *feel*, que se traduce en español por *experimentar*. Aunque ambas derivan de la metáfora “las partículas son cuerpos”, mientras que del término subtécnico en inglés se infiere únicamente que las partículas tienen vida, en español sus implicaciones son mucho más complejas e incluye la capacidad de razonar y deducir.

(d) Expansión de la metáfora conceptual. Casos en la que la metáfora se encuentra en la lengua meta y no en la lengua origen. *Messenger*/mediadora, *to win*/dominar.

*Messenger*

Idea: transmisión de información.

Dominio conceptual: la comunicación.

*Win*

Dominio conceptual: juego, competición

*Mediadora*

Idea: resolución de conflictos.

Dominio conceptual: el conflicto.

*Dominar*

Dominio conceptual: guerra, poder.

Como es posible observar mediante el análisis contrastivo de estos términos, el poderoso esquema de la guerra se traspasa de una lengua a otra, de forma que la lengua receptora es capaz de suscitar metáforas a partir de este esquema que no existen en la metáfora en la lengua original. Mediador implica siempre confrontación, ya que no existe la mediación si no hay conflicto. Mensajero, sin embargo, se ubica en un contexto general y neutro. Por su parte, *to win* puede pertenecer al dominio conceptual del juego, mientras que dominar no implica estas connotaciones. Consecuentemente, se produce la activación de esquemas mentales diferentes en cada una de las lenguas. Por último, es también interesante observar que se produce un proceso contrario a la tendencia general en la traducción, ya que tiene lugar un enriquecimiento semántico en español.

Casos de desaparición de la metáfora en la lengua meta.

Finalmente, encontramos dos casos de pérdida: “espín” y “gluón”. En ambos términos, al adoptarse directamente del inglés, se pierden las connotaciones metafóricas que poseen en la lengua origen.

## 8. Conclusiones

El análisis del discurso científico llevado a cabo ha puesto de manifiesto una serie de metáforas conceptuales complejas y estructuradas que sirven de soporte al lenguaje de la física del siglo XX y que emanan de las metáforas lexicalizadas que constituyen la terminología propia del lenguaje de la física cuántica. Todas estas metáforas representan formalmente el conocimiento y el avance de la ciencia.

El estudio de las metáforas conceptuales de textos en inglés y en español ha contribuido a despejar, en la reinterpretación de sus significados, algunos procesos cognitivos tales como:

- (a) la estructuración conceptual del conocimiento científico a través de metáforas cognitivas que sirven de soporte de estructuras mentales y que contienen a su vez sub-esquemas organizados de metáforas.
- (b) la descomposición interna en rasgos semánticos de las metáforas conceptuales y de las expresiones metafóricas propias de la física cuántica en ambas lenguas.

Como se ha podido comprobar en el análisis contrastivo, en la mayoría de los casos analizados las metáforas se mantienen sin variación tras su traducción al español. Sin embargo, se ha observado que la equivalencia no es total, ya que han hallado tanto ejemplos de pérdidas de significado de como de enriquecimiento semántico al producirse el paso de una lengua a otra. Este fenómeno ya había sido observado por Ullmann (1974) en un profundo estudio de los préstamos y calcos, muchos de los cuales poseían connotaciones metafóricas.

*(Artículo revisado recibido en noviembre 2006)*

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz Varó, E. (2000). *El inglés profesional y académico*, Madrid: Alianza Editorial.
- Amaya y García de la Escosura, J. M. (1998). "Perspectivas histórico-filosóficas de la evolución de la física nuclear y su relación con el desarrollo de las naciones". *Nucleus* 25: 64-70.
- Asimov, I. (1982). *El electrón es zurdo y otros ensayos científicos*, 5ª ed. Madrid: Alianza Editorial.
- Black, M. (1962). *Models and Metaphors. Studies in Language and Philosophy*. New York: Cornell University Press.
- Black, M. (1993). "More about metaphor" en A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, 19-41. Cambridge: Cambridge University Press.

- Boyd, R. (1993). "Metaphor and theory change: what is metaphor a metaphor for?" en A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cirac, I. y P. Zoller (2000). "Un físico español despeja el camino para el diseño de los primeros ordenadores cuánticos". *El País*, 6 de abril: 35.
- Collins, A., D. Gentner (1995). "How people construct mental models" en D. Holland y N. Quinn (eds.), *Cultural Models in Language and Thought*, 242-265. Cambridge, MS: Cambridge University Press.
- Cortés de los Ríos, M. E. (2001). Nuevas perspectivas lingüísticas en la publicidad impresa Anglosajona. Almería: Universidad de Almería.
- Cuadrado Esclapez, G. (2002). *El lenguaje metafórico en la ciencia: análisis de la metáfora en textos de física y astrofísica en inglés y en español*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá de Henares.
- Cuadrado Esclapez, G. y J. Berge Legrand (2005). "A cognitive semantic analysis of metaphor in conceptualizing Particle Physics", *Annual Review of Cognitive Linguistics* 3: 165-181.
- Goatly, A. (1998). *The Language of Metaphors*. London: Routledge.
- Gordilo, A. e I. Terrades (1973). *Agresión, naturaleza y cultura*. Barcelona: A. Redondo.
- Gutiérrez Rodilla, B. M. (1998). *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Barcelona: Ediciones Península.
- Hawking, S. W. (1996). *A Brief History of Time. From the Big Bang to the Black Holes*, 5ª ed. London: Bantam Books.
- Hawking, S. W. (1992). *La historia del tiempo*. Barcelona: Planeta de Agostini.
- Johnson, M. (1987). *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination and Reason*. Chicago: University of Chicago Press.
- Johnson Sheehan, R. (1997). "The emergence of a root metaphor in modern physics: Max Planck's quantum metaphor". *Technical Writing and Communication* 27: 177-190.
- Knudsen, S. (2003). "Scientific metaphors going public". *Journal of Pragmatics* 35: 1247-1263.
- Lakoff, G. (1993). "The contemporary theory of metaphor" en A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, 202-251. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakoff, G. y M. Johnson (1980). *Metaphors we Live By*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. y M. Johnson (1999). *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.
- Lévy, E. (1992). *Diccionario de física*. Madrid: Ediciones Akal.
- Miller, A. I. (1984). *Imagery in Scientific Thought. Creating 20th Century Physics*. Lowell, MS: Birkhäuser Boston Incorporation.
- Miller, G. A. (1993). "Images and models, símiles and metaphor" en A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, 357-400. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ortony, A. (ed.) (1993). *Metaphor and Thought*, 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Planck, M. (1901). "On the theory of the energy distribution law of the normal spectrum". *Annalen der Physik* 4: 553.
- Salager-Meyer, F. (1990). "Metaphors in medical English prose: A comparative study with French and Spanish". *English for Specific Purposes* 9: 145-159.
- Stamback, A. (1998). "Metaphor in scientific communication". *Meta* 43: 1-17.
- Ullmann, S. (1972). *Semántica: introducción a la ciencia del significado*. Madrid: Aguilar.
- Ullmann, S. (1974). *Introducción a la semántica francesa*. Madrid: CSIC.
- Ungerer, F. y H. Schmid (1996). *An Introduction to Cognitive Linguistics*. London: Longman.
- Weinberg, S. (1977). *Los tres primeros minutos del Universo*. Madrid: Alianza Editorial.
- White Hayes, M.C. (1996). *The Use of Metaphor in the British Press Reporting of the 1992 Currency Crisis*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- \_\_\_\_\_. (1984). *Nueva Enciclopedia Larousse*. Barcelona: Editorial Planeta..
- \_\_\_\_\_. (1989). *Oxford English Dictionary*, 2ª ed. Oxford: Clarendon Press.
- \_\_\_\_\_. (2000). *El País*, 27 septiembre: 36.
- \_\_\_\_\_. (2001). *El País*, 2 de mayo: 30.

**Dr. Georgina Cuadrado Esclapez** es profesora del Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología de la Universidad Politécnica de Madrid, doctora en Filología Inglesa y máster en lingüística aplicada. Ha participado en proyectos de investigación sobre inglés científico y cognitivismo, áreas en las que ha realizado publicaciones nacionales e internacionales.

**Dr. Heliane Jill Berge Legrand** es doctora en Lingüística por la Universidad de Londres y, en la actualidad, profesora asociada en el Departamento de Inglés de la Universidad Complutense de Madrid. Ha desarrollado su labor docente e investigadora en diferentes campos, entre los que destacan la fonética experimental, lingüística aplicada y lexicología.

## NOTAS

<sup>1</sup> El diario no traduce el término, sino que lo utiliza en original y en cursiva. Sin embargo, se aclara que su traducción podría ser “entrelazamiento”.

<sup>2</sup> A partir de ahora, los paréntesis situados al final del ejemplo indicarán el número de página en el que éste se encuentra, tanto en la versión original como en su traducción al castellano.

<sup>3</sup> El cognitivismo recoge este concepto y busca también una teoría de la Unificación.