

ANÁLISIS SEMÁNTICO-COGNITIVO DE LAS METÁFORAS UTILIZADAS EN LA EXPRESIÓN DE LOS FENÓMENOS DEL UNIVERSO

GEORGINA CUADRADO ESCLÁPEZ
Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN. *El presente artículo expone los resultados del estudio de las metáforas empleadas para la conceptualización de la astrofísica y analiza la forma en que éstas determinan nuestro conocimiento sobre esta disciplina. En su aspecto teórico, parte de la Teoría Contemporánea de la Metáfora (Lakoff 1993) y se centra fundamentalmente en la función de la metáfora en la construcción de nuevas teorías e hipótesis en la ciencia (Knudsen 2003; Collins y Gentner 1995). A lo largo de este análisis se ponen de manifiesto los dominios origen y meta de las metáforas, así como las expresiones metafóricas y las metáforas de imagen empleadas en la conceptualización del universo.*

PALABRAS CLAVE: *Teoría Contemporánea de la Metáfora, Astrofísica, Cognitivism.*

ABSTRACT. *This article presents the results of a cognitive analysis of metaphors used in the conceptualization of Astrophysics and shows how they shape our knowledge of the field. Taking as a starting point Lakoff's Contemporary Theory of Metaphor (1993), it is mainly focused on the role of metaphor in theory building (Knudsen 2003; Collins and Gentner 1995), where they serve the purpose of constructing new hypothesis. Thus, the aim of this paper is to establish the source domains and the targets domains as well as the metaphorical expressions and the image metaphors which are involved in the conceptualization of the universe and, especially, to analyze the particular mappings used in this conceptualization.*

KEYWORDS: *Contemporary Theory of Metaphor, Astrophysics, Cognitivism.*

1. INTRODUCCIÓN

El enorme desarrollo tecnológico producido en la astrofísica durante el siglo XX ha requerido la creación de un soporte conceptual y lingüístico para la explicación de los fenómenos que tienen lugar en un universo que deja de ser estático para convertirse en el

escenario en el que suceden una multitud de procesos dinámicos. Como se demuestra en este análisis, la descripción del cosmos y los sucesos que se producen en él se organizan en torno a diferentes metáforas conceptuales básicas que se desprenden del estudio de la macroestructura de los textos de esta especialidad, dichas metáforas constituirían lo que Ruiz de Mendoza (1997: 344) denomina “*operational models*”. Entre ellas destacan *el universo es la tierra* y *el universo es violento*. La primera constituye una rica metáfora de orientación en tres dimensiones que da lugar a una compleja topografía del universo. La segunda despliega una gran cantidad de extensiones metafóricas fundamentadas en una nueva visión catastrófica del cosmos. Por su parte, la metáfora biológica u organicista, a la que también recurren otras ciencias para sostener su sistema conceptual –véase, por ejemplo, Sun (2001) en la economía y Maassen *et al.* (1995) en la sociología–, se emplea para la representación de la aparición, evolución y desintegración de estrellas, planetas y galaxias. Finalmente, se describirán algunas de las metáforas utilizadas para explicar las teorías sobre el universo, su comienzo y su final. Todas estas metáforas, que corresponden a lo que Knudsen (2003) y Collins y Gentner (1995) denominan *theory building metaphors*, responden a la necesidad de la creación de un nuevo marco conceptual para la expresión de las nuevas teorías e hipótesis sobre el cosmos.

La utilidad del enfoque cognitivo y del estudio de la metáfora en las lenguas de especialidad ha sido puesta de manifiesto en diferentes estudios, tanto desde el punto de vista pedagógico como informativo y comunicativo dentro de la comunidad lingüística. Entre los más recientes cabe mencionar los llevados a cabo por Caballero Rodríguez (2002) y Roldán Riejos (2004). Caballero Rodríguez (2002: 2) destaca el enorme potencial de la metáfora en la creación de material para la enseñanza del inglés para arquitectos así como su valor como “an important component in the learner’s enculturation process and gradual insertion in their chosen disciplinary community”. Con respecto a su valor comunicativo, Roldán Riejos (2004: 45) afirma que su empleo en las lenguas de especialidad “is one effective way to activate the speech community solidarity factor in order to make communication successful as well as appealing to the shared knowledge of the engineering community particularly addressed”. Este trabajo, por lo tanto, espera abrir nuevas vías para futuras aplicaciones didácticas de la metáfora dentro del aprendizaje de lenguas para fines específicos.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este trabajo se fundamenta en el marco general del Cognitivismo y en el de la Teoría Contemporánea de la Metáfora (Lakoff 1993). Este segundo marco se asienta esencialmente sobre una teoría del significado en la que los dominios básicos proporcionan el soporte necesario para poder conceptualizar los dominios complejos o abstractos.

La investigación, efectuada dentro del campo de la astrofísica en inglés y en español, presenta como resultado el análisis en ambas lenguas de las metáforas conceptuales y las expresiones metafóricas empleadas para la conceptualización de la astrofísica. Por

lo tanto, se centra esencialmente en la función *constitutiva* de la metáfora en la ciencia, es decir en su valor para la construcción de nuevas teorías e hipótesis, y no en la función exegetica o explicativa.

3. METODOLOGÍA

El estudio ha sido realizado dentro del marco del análisis del texto y ha precisado tanto un análisis de la microestructura –formada por la suma de unidades de significado–, como de la macroestructura, que representa el significado global de la unidad textual. El análisis del léxico y de las expresiones metafóricas se manifiesta en la microestructura, mientras que las metáforas conceptuales se asientan fundamentalmente sobre su macroestructura. Consecuentemente, esta investigación es de carácter cualitativo y no se ha considerado la frecuencia o la repetición de las expresiones metafóricas.

El corpus está constituido fundamentalmente por la obra de Stephen Hawking *A Brief History of Time* (1984) y de su traducción al castellano (1992). Su elección ha sido motivada por considerar que constituye una obra general sobre el universo y las leyes físicas que lo rigen y determinan. Desde el punto de vista lingüístico, se justifica por la riqueza en terminología científica acerca del universo; desde el punto de vista relativo a la astrofísica, es especialmente relevante por conducirnos desde las principales teorías de Galileo y Newton, hasta llegar a la teoría de una perspectiva unificada del tiempo y del universo mediante la aplicación de la mecánica cuántica y acabar en la teoría de las cuerdas. El resto del corpus lo constituyen diversas publicaciones en prensa, diversas obras de Weinberg, así como la información contenida en el *Oxford English Dictionary* (1989).

4. ANÁLISIS DE LAS METÁFORAS HALLADAS EN EL CORPUS

4.1. METÁFORAS EMPLEADAS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO

4.1.1. *The universe is the earth / El universo es la tierra*

Este caso constituye una metáfora de orientación en tres dimensiones que da lugar a la generación de una compleja topografía del universo. El hombre, en un intento por estructurar y organizar el cosmos, convierte el espacio celeste en una superficie físicamente similar a la de nuestro planeta, con límites y fronteras, y con caminos que conducen de unas regiones a otras. Esto se explica en la necesidad del ser humano de ordenar y poner límites a la realidad física, pues, tal como mantiene Johnson (1987: 25), “when things are not clearly discrete or bounded, we still categorize them as such”. Para este autor (1987: 41) “(boundedness) is one of the most pervasive features of human experience”. De esta forma la *geografía* celeste se llena de divisiones imaginarias que constituyen, según su tamaño y la perspectiva humana que lo describe, regiones centrales o periféricas, o zonas locales delimitadas por confines. En las diferentes partes del cielo

transcurren sendas y vías, travesías figuradas por las que se mueven los cuerpos celestes. El universo se divide, asimismo, desde una perspectiva antrópica, en un universo cercano y un universo lejano. A continuación se enumeran algunas de las principales expresiones metafóricas que proyectan la geografía del globo terrestre:

- “*Paths*” / “*caminos*”

Esta metáfora construye imaginariamente vías de comunicación para que los cuerpos celestes se trasladen de unas regiones a otras.

Expresiones metafóricas:

- *Ptolomey had to make an assumption that the moon followed a path that sometimes brought it twice as close to the earth as at other times. (1996: 4).*
- *It was [...] still possible to believe that the earth was stationary at the centre of the universe and that the moons of Jupiter moved on extremely complicated paths around the earth, giving the appearance that they orbited Jupiter. (1996: 4).*

- “*Regions*” / “*regiones*”

La demarcación territorial se traduce en regiones, lo que provoca a su vez zonas locales. En la descripción del período de tiempo posterior al *big bang*, Hawking explica la formación de las galaxias (1996: 131) dividiendo la inmensidad del universo en regiones, tal como aparece a continuación:

The universe as a whole would have continued expanding and cooling, but in regions that were slightly denser than average, the expansion would have been slowed down by the extra gravitational attraction. This would eventually stop expansion in some regions and cause them to start to recollapse. As they were collapsing, the gravitational pull of matter outside these regions might start them rotating slightly. As the collapsing region got smaller, it would spin faster [...]. Eventually, when the region got small enough, it would be spinning fast enough to balance the attraction of gravity, and in this way dislike rotating galaxies were born. Other regions, which did not happen to pick up a rotation, would become oval-shaped objects called elliptical galaxies.

Otros ejemplos:

- *If there were large regions of antimatter in our galaxy, [...]. (1996: 84).*
- *If the stars in some region got only slightly nearer each other, the attractive forces between them would become stronger [...] (1996: 7).*

Extensiones metafóricas:

- *The outer suburbs of an ordinary spiral galaxy. (1996: 139).*
- *There were in fact many others (galaxies), with vast tracks of empty space between them (1996: 41).*

También dentro de la metáfora “*the Universe is the Earth*”, es posible hallar metáforas asentadas sobre los fenómenos meteorológicos terrestres, que se proyectan en el espacio exterior, donde existe la lluvia y las nubes constituidas por estrellas, polvo o gases galácticos:

- “*Star showers*” / “*lluvias de estrellas*”

En la manifestación de esta metáfora no existe una correspondencia total entre el español y el inglés. *Star showers* equivale en español a lluvia de estrellas y no a chaparrón, que sería la palabra equivalente.

Ejemplos:

– [...] *the memorable star shower of November 1866* (OED 1989, vol. XVI, 526).

- “*Star cloud*” / “*nube de estrellas*”

Star cloud/nube de estrellas se define en el *OED*, (1989, XVI: 525) como: “a region of the sky where stars appear to be specially numerous and close together”. Suscitada por la imagen que presenta a nuestros ojos, esta misma metáfora se manifiesta, también en ambas lenguas, en la palabra de origen latino nebulosa, *nebula* en inglés.

Ejemplos:

– *the hydrogen and helium gas in the galaxies would break up into smaller clouds that would collapse under their own gravity.* (1996: 132).

– *a cloud of rotating gas containing the debris of earlier supernovas.* (1996: 132-133).

4.2. METÁFORAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL COSMOS

En este sub-apartado se recogen las principales metáforas sobre las estrellas, los agujeros negros, las singularidades y la materia oscura.

4.2.1. Metáforas sobre las estrellas

- “*Stars are bodies*” / “*los astros son cuerpos*”

La metáfora biológica “los astros son cuerpos” (Cuadrado 2001) proporciona el soporte idóneo para conceptualizar los procesos de un cosmos en el que ya no tienen cabida las estrellas fijas, ni el orden ni la armonía y para el cual la metáfora mecanicista del s. XIX deja de tener validez. Esta metáfora sostiene el lenguaje necesario para expresar los fenómenos que tienen lugar en un universo que deja de ser estático para ser dinámico. Está fuertemente arraigada en el sistema conceptual de ambas lenguas y posee, consecuentemente, muchas extensiones. A partir de ella se pueden encontrar expresiones metafóricas antropomórficas y metáforas relativas al nacimiento, la vida y

la muerte. El cuerpo se manifiesta, entre otras formas, como un soporte físico (*the body as a frame*) y como un organismo vivo.

Ejemplos:

- *Ptolomey’s model provided a reasonably accurate system for predicting the positions of heavenly bodies in the sky. (1996: 3).*
- *Bodies like the earth are not made to move on curved orbits by a force called gravity [...]. (1996: 33).*

a) El cuerpo como un soporte físico. Metáforas en las que se manifiestan referencias antropomórficas.

A continuación, se expondrán las metáforas en las que el organismo humano se representa en su estructura física. Entre ellas se encuentran las metáforas que hacen referencia a los brazos y al pelo, esta última en la expresión que da nombre a un teorema. Se excluyen, sin embargo, las demás partes corporales.

- “*Galaxies have got arms*” / “*las galaxias tienen brazos*”

Tal como se pone de manifiesto en esta metáfora, tanto las galaxias como las estrellas poseen unas extremidades imaginarias que el hombre identifica con estas partes del cuerpo.

Ejemplo:

- *the stars in its spiral arms. (1996: 41).*

- “*Black holes have no hair*” / “*los agujeros negros no tienen pelo*”

El pelo de los agujeros negros se explica en *La Historia del tiempo* de la siguiente manera (1996): “después de un colapso gravitatorio, un agujero negro se debe asentar en un estado en el que se puede rotar, pero no tener pulsaciones (es decir aumentos y disminuciones de su tamaño). Además, su tamaño y su forma sólo dependerá de su masa y velocidad de rotación, y no de la naturaleza del cuerpo que lo ha generado mediante su colapso”. Este resultado se dio a conocer con la frase “un agujero negro no tiene pelo”.

Ejemplos:

- *The no hair theorem is of great practical importance, because it so greatly restricts the possible types of black holes. (1996: 102).*
- *This result became known by the maxim: a black hole has no hair. (1996: 102).*

Finalmente, a esta larga serie de metáforas antropomórficas se puede añadir las metáforas etimológicas, ya que en griego se llevó a cabo este mismo proceso de aplicación de las partes del cuerpo humano en la astronomía, pues etimológicamente el término *cometa* significa *con pelo*.

b) El cuerpo como un organismo vivo. Metáforas referidas al ciclo vital de las estrellas.

A continuación, se presentan una serie de metáforas sobre el ciclo vital de los astros: el nacimiento, la muerte y las generaciones de estrellas. El tipo de metáfora en la que se produce una animación o personificación es muy frecuente en la lengua y su interés radica en la rica gama de expresiones metafóricas que es capaz de activar. Mediante el desarrollo de la metáfora, las estrellas son cuerpos; como seres vivos se manifiestan las extensiones metafóricas, las estrellas nacen, viven y mueren.

Ejemplos:

- *However, they will break down at the end of the blackhole's life when its mass gets very small. (1996: 124).*
- *To understand how a black hole might be formed, we first need an understanding of the life cycle of a star. (1996: 90).*

Extensiones metafóricas:

- *A primordial blackhole with an initial mass of a thousand million tons would have a lifetime roughly equal to the age of the universe. (1996: 119).*
- *Some of the heavier elements produced near the end of a star's life would be flung back into the gas of the galaxy, and would provide some of the raw material for the next generation of stars. (1996: 132).*

• “*Stars are born and die*” / “*los astros nacen y mueren*”

Esta metáfora es posible hallarla tanto en su aspecto más general y frecuente, como por ejemplo en el acto de nacer, como en expresiones imaginativas, como el parto de una estrella, tal como se aprecia en ejemplos posteriores.

Ejemplos:

- *[...] disklike rotating galaxies were born. (1996: 131).*

Extensiones metafóricas:

- *(Las estrellas) mueren como enanas blancas, cuando agotan el combustible de hidrógeno, mediante contracciones gravitatorias. (Conferencia de Sánchez Martínez, 17 de febrero de 2000).*
- *La muerte de una estrella. (Título. Diario El País, el miércoles, 26 de enero de 2000).*
- *José Cernicharro, del CSIC, uno de los investigadores, ha señalado que este hallazgo indica la gran capacidad de las estrellas moribundas de producir nuevos compuestos, que pueden terminar en la tierra. (Diario El País, el miércoles, 26 de enero de 2000).*
- *La vida de las estrellas está llena de sobresaltos. Tiene un parto muy dramático. [...]. Las estrellas nacen en nebulosas, zonas de catástrofes permanentes. [...] tienen un parto muy doloroso [...]. Mueren como enanas blancas, cuando agotan el combustible de hidrógeno, mediante contracciones gravitatorias. (Fragmentos de la conferencia pronunciada por Sánchez Martínez el 17 de febrero de 2000).*

4.2.2. *Metáforas sobre los agujeros negros*

Los agujeros negros designan cuerpos celestes que no permiten que nada escape de ellos, ni siquiera la luz. Desde el punto de vista metafórico, puede considerarse una metáfora relativa al confinamiento. Tal como aparece en glosario, el término compuesto surge como designación oficial de *celda de castigo* hasta el año 1868. Tras un triste suceso histórico en Fort William, Calcuta, en el que mueren 123 personas asfixiadas en una sola noche, este término adquiere aún más dramáticas connotaciones. En física existía ya el término *black body*; por lo tanto, tal como observa el profesor Juan Sanmartín Losada¹, también la similitud con éste puede haber contribuido a su aparición y posterior fijación en el lenguaje de la astrofísica. En el siguiente párrafo (Martín 1991: 12) se manifiestan claramente la serie de metáforas imaginativas que esta rica metáfora puede suscitar. En esta cita se enriquece la metáfora *black hole* con las expresiones metafóricas *imprisoned* y *escape*. El primer caso gira en torno a la pérdida de libertad y al confinamiento, y el segundo a la liberación; ambas, sobre todo la primera, son metáforas vivas que difícilmente podrían aparecer en el español, pues la traducción de *black hole* no se asocia generalmente a *celda de castigo*: “As physicists view them, black holes are anguished tears in the universe, created by folding back in on itself. Black holes cannot be seen; anything which falls into a black hole is *imprisoned* in it, since light cannot escape from one”.

Boslough (1984: 66) considera esta imagen como una metáfora alegórica sobre el universo y nuestro propio destino: “*Black holes* might be a metaphor for our own fate or for the fate of the universe. If a star can crash down in upon itself, why not the entire universe”.

También con respecto al origen de la metáfora *black hole*, es interesante el hecho de que antes de su aparición y generalización en la comunidad científica se barajaran diferentes términos –tal como mantiene Wheeler–, media docena más (carta dirigida a la Dra. Carpintero con fecha 24 de Junio de 1989) para la designación de estos enormes objetos cósmicos; entre ellos, algunos no son metafóricos sino descriptivos, como *estrellas de neutrones*, y otros también metafóricos como *rotating white dwarfs*. El poder evocador de *black hole* quizá fue lo que hiciera que “it caught on immediately”. Wheeler dice en esta misma carta con respecto a las razones por las que se adopta: “The completely gravitationally collapsed star had sounded like a wild fantasy, but the notion of a black hole seemed to most of those present like talking real physics.” Creo que esta observación requiere una reflexión sobre cómo los físicos consideran que es el lenguaje de la física, pues pone de manifiesto la tendencia hacia un cambio de perspectiva en el lenguaje científico hacia una vulgarización que supone también la divulgación del conocimiento.

Ejemplos:

– *So one has a set of events, a region of space-time, from which it is not possible to escape to reach a distant observer. This region is what we call a black hole.* (1996: 94).

– *However, we believe that there are much larger objects in the universe, like the central regions of galaxies, that can also undergo gravitational collapse to produce black holes. (1996: 97).*

Extensiones metafóricas:

– *Black holes cannot be seen; anything which falls into a black hole is imprisoned in it, since light cannot escape from one. (Martin 1991: 12).*

• “*Black holes swallow*” / “*los agujeros negros tragan*”

Este ejemplo está basado en una actividad fisiológica, por lo que activa la metáfora conceptual ya analizada para las estrellas, que en este caso se manifiesta como “los agujeros negros son cuerpos”.

Ejemplos:

– *Astrofísicos de E.E.U.U. detectan un agujero negro tragando materia. (El País, 17 de agosto de 1999: 37).*

• “*Cosmos censures*” / “*el cosmos censura*”

Esta metáfora conceptual se refleja en la lexía compuesta *the Cosmic censorship*/la censura cósmica. La censura puede ejercerse desde diferentes jerarquías sociales: el gobierno, los estamentos religiosos o las clases sociales predominantes. En el caso que aquí se trata, la referencia que hace Hawking parece ser de tipo bíblico y estar relacionada con sentido de la vergüenza. El hecho de que haya una zona en los agujeros negros donde no se ve nada ni se puede traspasar nada da origen a una metáfora relativa a la censura cósmica, a la singularidad desnuda y al sentido de lo que debe estar oculto. En las expresiones metafóricas intervienen el concepto del pudor y la decencia. En esta metáfora lo prohibido se asocia al sentimiento de desnudez. El agente censor es el propio cosmos y en él interviene la figura divina. La singularidad es la que es objeto de desnudez, ya que la vergüenza es un sentimiento ocasionado por una situación humillante o deshonrosa que se asigna sólo a los seres humanos, tras el pecado original. Este caso supone, por tanto, un ejemplo patente de metáfora alegórica.

Ejemplos:

– *The strong version of the cosmic censorship hypothesis states that in a realistic solution, the singularities would always lie either entirely in the future (like the singularities of gravitational collapse) or entirely in the past (like the big bang). (1996: 98).*

Extensiones metafóricas:

– *God abhors a naked singularity (extensión en la que se ponen de manifiesto las implicaciones respecto a la intervención divina en el planteamiento metafórico). (1996: 98).*

- “A naked singularity” / “una singularidad desnuda”

La metáfora de la desnudez aparece derivada de la metáfora de la censura cósmica. La privación de la ropa, el quedar al descubierto y a la vista de todos, está proscrito por la censura imaginaria que impone el cosmos. Se activa de esta manera el dominio general de sociedad humana y, de manera indirecta, el concepto del pudor, de la decadencia y de la humillación.

Ejemplos:

- *There are some solutions of the equations of general relativity in which it is possible for astronauts to see a naked singularity: he may be able to avoid hitting the singularity and instead fall through a “wormhole” and come out in another region of the universe. (1996: 98).*
- *It is greatly to be hoped that some version of the censorship hypothesis holds because close to naked singularities it may be possible to travel into the past. (1996: 98).*

Extensiones metafóricas:

- *[...] the singularities produced by gravitational collapse occur only in places, like black holes, where they are decently hidden from outside view by an event horizon. (1996: 97).*

4.2.3. Metáforas sobre otros elementos constituyentes del universo

- “Singularity” / “Singularidad”

Desde el punto de vista astronómico, Hawking define singularidad en su glosario (206) como “A point in space-time at which the space-time curvature becomes infinite”. Este término da nombre al tipo de fenómeno cósmico como el *big bang*. Procede de la lengua común y a través de ésta del campo de la matemática, donde se registra por primera vez en 1893. En astronomía aparece en *Physical Review* en el año 1965 como “A region in space-time at which matter is infinitely dense” (*OED*, XV: 529).

Ejemplos:

- *At that time, which we call the big bang, the density of the universe and the curvature of space-time would have been infinite. Because mathematics cannot really handle infinite numbers, this means that the general theory of relativity [...] predicts that there is a point in the universe where the theory itself breaks down. Such a point is an example of what mathematicians call a singularity. (1996: 52).*
- *The work of Lifshifz and Khalatnikov was valuable because it showed that the universe could have had a singularity, a big bang, if the general theory of gravity was correct. (1996: 55).*

- “*Dark matter*” / “*materia oscura*”

Esta metáfora designa aquella materia que no se ve, pero cuya existencia se conoce debido a la fuerza de atracción que ésta ejerce. La materia oscura será la responsable de que nuestro universo se contraiga en un *big crunch* o de que, contrariamente, siga expandiéndose para siempre. *Dark* no carece de connotaciones, ya que la oscuridad implica también desconocimiento, formando parte, de esta manera, de la metáfora de la luz, que la identifica con la sabiduría y el conocimiento.

Ejemplos:

- *Our galaxy and other galaxies, however must contain a large amount of dark matter that we cannot see directly [...]. (1996: 51).*
- *When we add up all this dark matter, we still get only about one tenth of the amount required to halt the expansion. (1996: 51).*

- “*Pulsar*” / “*púlsar*”

Éste es el término que se ha adoptado en inglés y en español para designar un nuevo objeto del cosmos, un tipo especial de estrella de neutrones, utilizando una de sus características más prominentes para el observador: la luz pulsante o intermitente a nuestros ojos, que resulta de la emisión de ondas de radio. Púlsar supone, por tanto, una unidad léxica de etimología metonímica. El término *pulso* deriva inicialmente de un fenómeno corporal involuntario que constituye parte de un dominio preconceptual físico básico.

Ejemplos:

- *[...] pulsar, a special type of neutron star that emits pulses of radio waves. (1996: 99).*
- *[...] these objects, which were given the name pulsars, were in fact rotating neutron stars [...]. (1996: 103).*

- “*Worm hole*” / “*agujero de gusano*”

En astrofísica, el término pertenece a la denominada *topología espacial*. Un agujero de gusano es una hipotética zona del universo con un flujo de líneas de fuerzas que permite transportar la materia de una región a otra región diferente. Su primer registro data de 1957 y designa, según el *OED* (XX: 567), “A hypothetical interconnection between widely separated regions of space-time”. Según la misma fuente, Misner y Wheeler (1957) en *Annals of Physics* II. 532 describen este concepto y comentan sobre su designación: “This analysis forces one to consider situations [...] where there is a net flux of lines of forces through what topologists would call a handle of the multiply connected space and what physicists might perhaps be excused for more vividly terming a wormhole”.

Ejemplos:

- *He may be able to avoid hitting the singularity and instead fall through a “wormhole” and come out in another region of the universe. (1996: 98).*

- “*Events horizon*” / “*horizonte de sucesos*”

El horizonte constituye una fértil fuente de metáforas para la conceptualización del mundo científico. Se aplica en aeronáutica, edafología y geología, además de en astronomía. El horizonte es la línea de la superficie terrestre en la que parece que cielo y tierra se confunden. De ahí que una vez más constituya un caso en el que se utiliza la proyección de lo terrestre sobre el universo. En astrofísica, un horizonte de sucesos es una franja que rodea al agujero negro, que Hawking (203) define como: “the boundary of a black hole”. Por caracterizarse mediante la imposibilidad de que nada escape a él, tal como se comprueba en el penúltimo ejemplo, es comparable, en una metáfora imaginativa que es más literaria que científica, a la entrada al infierno de Dante.

Ejemplos:

- *This region is what we call a black hole. Its boundary is called the event horizon and it coincides with the paths of light rays that just fail to escape from the black hole. (1996: 95).*
- *Remember that the event horizon is the path in space-time of light that is trying to escape from the black hole, and nothing can travel faster than light. (1996: 98).*

4.3. METÁFORAS RELATIVAS A LA DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO

A continuación se enumerarán las principales teorías que describen el comportamiento y las características del universo, así como los posibles procesos que condujeron a su formación y las hipótesis sobre su destino final.

- “*Cosmos is disorder*” / “*el cosmos es desorden*”

En esta metáfora se realiza la aplicación estética de la belleza al cosmos. El cosmos ha representado tradicionalmente el orden y la perfección, ambos conceptos muy cercanos entre sí según los ideales estéticos imperantes en nuestra cultura. El único instrumento que ha tenido el hombre para la observación del cosmos durante muchos siglos ha sido su propia visión o el telescopio que le enseñaba lo que hoy en día puede considerarse el universo más cercano. Las observaciones realizadas de esta manera le presentaban ante sus ojos un universo estático y bello. Estos adjetivos ya han dejado de servir, al menos parcialmente, para la descripción del cosmos, que hoy se nos muestra violento, temible y destructor. De esta forma, *el cosmos es orden* da paso a la metáfora conceptual *el cosmos es desorden*, en la que ejerce una influencia considerable la teoría del caos. Etimológicamente, la palabra de origen griego *cosmos* significa orden. El cosmos, durante siglos, se ha venido asociando a conceptos como armonía e inmutabilidad. Desde sus orígenes, el pensamiento occidental asocia orden y belleza, determinado por el mundo clásico del que parte para la formación de su concepción del cosmos y para las directrices generales de ideal estético. A ambos, consecuentemente, se contraponen desorden y fealdad, tal como manifiesta Aristóteles (1993, I: 29) en su *Metaphysicorum Liber* con las siguientes líneas:

“Pero, como era evidente que también estaba en la naturaleza lo contrario del bien, y no sólo el orden y la belleza, sino también el desorden y la fealdad, y que eran más los males que los bienes”.

Como contraposición máxima al orden, se formulan las teorías del caos y la entropía, según las cuales los fenómenos físicos se rigen por el desorden. Tal como mantiene Currás (2000: 35), la teoría del caos encuentra referencias en importantes figuras que dan cuerpo a las teogonías y cosmogonías orientales, desde Zoroastro, que define el caos como una mezcla del bien y del mal, hasta Confucio. Currás encuentra menciones al caos en escritos babilónicos, fenicios y egipcios, si bien es la filosofía griega la que lo difunde en el pensamiento occidental. El caos aparece determinado en el génesis como un estado de confusión, del que Dios crea la materia. A este respecto explica (2000: 34):

Siempre [...] se relaciona al caos con el origen y creación del universo, a su vez en dos versiones diferentes por un lado partiendo de un origen tenebroso, turbulento, de un todo, donde se crean las partes en orden y armonía. Por otro lado el universo sale del caos, medio acuoso, nebuloso e informe, pero apacible, comparado al seno materno, que al romperse, en choque brusco, se van formando los elementos, iguales entre sí, ordenados de diferentes maneras.

Castro-Tirado (1999: 3) refleja en las siguientes palabras la imagen que la astrofísica moderna utiliza para la descripción del cosmos: “La Astrofísica de Altas Energías (rayos X y gamma) nos está permitiendo una nueva visión de un universo *violento*, muy diferente de aquel plácido e inmutable, que se concibió durante veinte siglos desde los tiempos de Platón”.

Ejemplos:

- *This would mean that the early universe would probably have been very chaotic and irregular because there are many more chaotic and disordered configurations for the universe than there are smooth and ordered ones. (1996: 136).*
- *Smooth regions would be heavily outnumbered by chaotic and irregular regions. (1996: 137).*

Extensiones metafóricas:

- *In some cases they may explode (stars) or manage to throw off enough matter to reduce their mass below the limit and so avoid catastrophic collapse [...]. (1996: 93).*

- *“Irregular means chaos, regular means soft” / “lo irregular es caótico, lo regular es suave”*

Tan sólo un análisis de los ideales estéticos de nuestra cultura occidental podría explicar por qué define el universo la ciencia de nuestro tiempo en términos de regularidad, suavidad y simetría, y de cómo puede el universo ser *suave*, o al menos tener las propiedades que asociamos a este término. La suavidad hace referencia primera al tacto,

y de aquí, por extensión, se aplica también a percepciones de los demás órganos de los sentidos. En sus acepciones figurativas están las de quieto o tranquilo. Otro de los adjetivos asociados al universo tal como lo consideramos hoy día es el de irregular. Tradicionalmente, la irregularidad, al igual que la asimetría, en nuestra cultura se concibe como una versión menos perfecta de la regularidad.

Estos términos se utilizan para la descripción de un universo primitivo y del universo actual. Supuestamente, el segundo es suave y regular a gran escala, pero irregular en las zonas reducidas. Ambos términos, suave e irregular, han regularizado su uso en la astrofísica, es decir, son lo que se denomina *metáforas con función intergrupo* (Gibbs 1989), creadas por los miembros de una determinada comunidad, la científica en este caso, para que se puedan entender entre ellos más fácilmente. A partir de ahí su uso se generaliza si las necesidades comunicativas así lo requieren.

Ejemplos:

- *This would mean that the early universe would probably have been very chaotic and irregular because there are many more chaotic and disordered configurations for the universe than there are smooth and ordered ones. (1996: 136).*
- *It is difficult to see how such chaotic initial conditions could have given rise to a universe that is so smooth and regular on a large scale. (1996: 136).*

4.4. METÁFORAS SOBRE EL ORIGEN Y EL FINAL DEL UNIVERSO

- *“The universe began with a big bubble” / “el universo comenzó con una gran burbuja”*

Esta metáfora da nombre a una teoría propuesta por Guth para explicar una primera fase de transición del universo dentro del modelo inflacionario, que explica el desarrollo de éste. Hoy en día, según Hawking, parece estar totalmente desestimada. Constituye una metáfora de imagen porque proporciona dimensiones físicas concretas a un estado o fase del universo.

Ejemplos:

- *The idea was that bubbles of the new phase of broken symmetry would have formed in the old phase, like bubbles of steam surrounding by boiling water. (1996: 144).*
- *The bubbles were supposed to expand and meet up with each other until the whole universe was in the new phase. (1996: 144).*

- *“The universe began with a big bang” / “el universo comenzó con una gran explosión”*

Esta metáfora está asentada sobre dos términos que se estructuran, basados en el tamaño (*big*) y en el sonido (*bang*) para expresar el origen del universo que, de ser plano y denso, comienza su expansión con un gran estallido. Con respecto al segundo término, y desde una perspectiva de correspondencia con la realidad, la metáfora aquí utilizada y

lo designado no podrían estar más distantes, pues en el cosmos no se produce el ruido debido a la falta de atmósfera.

Esta unidad léxica compuesta, que constituye una poderosa imagen acústica, se introduce como préstamo en castellano y es una manifestación de la universalización de la ciencia actual, que muchas veces ignora las barreras culturales y lingüísticas. Sin embargo, desde el punto de vista de la evocación, esta palabra en castellano –en el que su uso no ha sido sustituido por gran explosión– puede perder ciertas connotaciones que se provocan en el lector anglosajón.

Por una parte, la teoría del *big bang* constituye la explicación del Génesis. Por otra, el *big bang* supone el punto de enlace entre la física de partículas y la cosmología. Como mantiene Weinberg (1977: 11), “en el universo primitivo, especialmente en el primer centésimo de segundo, los problemas de la teoría de las partículas elementales se unen a los problemas de la cosmología”.

Para Sánchez Martínez (17 de febrero, 2000), el *big bang* es el primer ejemplo de fenómeno violento en el universo; de él manifiesta: “este fenómeno, altamente energético empezó en una singularidad inicial, en un trallazo expansivo (teoría de la inflación). Como consecuencia nacen las primeras partículas. Pasados los primeros 15 minutos ya no se producen más elementos. Fue una fábrica muy eficaz”.

Se puede intuir que la fijación del primer término del compuesto, *big*, está en función de su sonoridad en conjunción con el segundo término. Esta denominación no fue acuñada por el creador de la teoría que designa, que, de hecho, se vio obligado a renunciar a su carrera científica, sino por el físico Fred Hoyle, que la dio a conocer en una transmisión radiofónica en 1950. Éste es uno de los casos en los que se ha estandarizado la utilización de términos tomados de la lengua coloquial para la designación de una teoría científica difícil de imaginar y, por mucho tiempo incluso de demostrar empíricamente. Esta tendencia es, como se verá posteriormente, un fenómeno generalizado en la física durante los últimos años, debido a la enorme cantidad de descubrimientos científicos.

Steven Weinberg, en su obra *Los Tres Primeros Minutos del Universo* (1999: 16), describe las características de esta descomunal e inimaginable explosión en las líneas que aparecen a continuación:

En el comienzo hubo una explosión. No una explosión como las que conocemos en la tierra, que parten de un centro definido y se expanden hasta abarcar una parte más o menos grande del aire circundante, sino una explosión que se produjo simultáneamente en todas partes, llenando todo el espacio desde el comienzo y en la que toda partícula de materia se alejó inmediatamente de toda otra partícula.

El científico pone de relieve la distancia entre una explosión en la tierra y este fenómeno astronómico designado mediante un término acuñado solamente para explicar los fenómenos terrestres.

Ejemplos:

– *At some time in the past (between ten and twenty thousand million years ago) the distance between neighbouring galaxies must have been zero. At that time, which*

we call the big bang, the density of the universe and the curvature of space-time would be infinite. (1996: 52).

Existen diferentes versiones de esta teoría, hoy en día la más ampliamente aceptada. Así, el *hot big bang model* explica que el universo se enfría según se expande.

- “*The universe will end with a big crunch*” / “*el universo acabará con un gran crujido*”

Esta metáfora da nombre a la teoría sobre el universo que mantiene que éste acabará contrayéndose en un proceso inverso al de su formación. Hawking (1996: 201) define el *big crunch* como “the singularity at the end of the universe”. El término surge como oposición a *big bang*. Como este último, procede de un registro general y tiene un origen onomatopéyico, que proporciona una imagen acústica. La palabra *crunch* es utilizada en un principio en el mundo de la economía, y solamente en 1981 aparece registrada como denominación de una teoría que explica el destino final del universo. La validez como teoría científica se demostrará cuando se establezca la cantidad de materia existente en el cosmos, pues si no existe la suficiente materia y por tanto gravedad como para frenar la expansión, el universo seguirá extendiéndose para siempre.

Ejemplos:

- *Einstein’s general theory of relativity, on its own predicted that space-time began at the big bang singularity[...] and would come to an end either at the big crunch singularity (if the universe recollapsed) or at a singularity inside a black hole (if a local region, such as a star, were to recollapse). (1996: 127).*
- *If the whole universe recollapsed, there must be another state of infinite density in the future, the big crunch, which would be an end of time. (1996: 191).*

4.5. METÁFORAS SOBRE LAS TEORÍAS QUE EXPLICAN EL UNIVERSO

Este capítulo está dedicado fundamentalmente a la exposición de las teorías de las cuerdas, una poderosa metáfora de imagen que proporciona una nueva explicación del mundo. A continuación, se distinguen las diferentes metáforas creadas a partir del nuevo modelo de interpretación del universo.

- “*Steady state theory*” / “*teoría del estado estacionario*”

Esta teoría constituye una explicación sobre el universo propuesta por Hermann Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle que presenta un cosmos de apariencia estática y que está, paradójicamente, en continua expansión. Hawking (1996: 52-53) la describe de la forma en que se expone a continuación:

The proposal that gained widest support was called the steady state theory. It was suggested in 1948 by two refugees from Nazi-occupied Austria, Hermann Bondi and Thomas Gold, together with a Briton, Fred Hoyle [...]. The idea was that as the gal-

Con respecto a la realidad que designa, en el diario *El País*, miércoles, 22 de diciembre de 1999 se mantiene que la metáfora *el universo está en estado inflacionario* está asociada a otra metáfora que parece ya hoy en día confirmada, la del universo plano:

Las últimas observaciones de las irregularidades en la radiación de fondo confirman la teoría de la inflación, según la cual el universo sufrió en los primeros instantes una expansión acelerada que le hizo plano. El universo plano, una de las posibilidades hasta el momento, requiere una densidad exacta de materia hasta ahora no encontrada, pero el avance considerado como más importante del año 1998 fue precisamente que una misteriosa energía que acelera la expansión del universo puede reemplazar esta materia que falta.

Hawking (1996: 76) afirma sobre esta teoría: “En mi opinión personal, hoy día el nuevo modelo inflacionario está *muerto* como teoría científica, aunque mucha gente no parece haberse enterado de *su fallecimiento*.” En el grado de familiaridad o de uso se distingue que *muerto* es una metáfora menos novedosa que *fallecimiento*, pues este último produce un mayor efecto en el lector, a pesar de ser la derivación de una misma metáfora conceptual.

Expresiones metafóricas:

- *These regions would also expand in an accelerating inflationary manner. (1996: 142).*
- *The chaotic inflationary model was put forward by Linde [...]. (1996: 147).*

4.6. METÁFORAS SOBRE LA TEORÍA DE LAS CUERDAS

La teoría de las cuerdas supone uno de los intentos de conseguir la unificación final de la física (GUT, *great unification theory*) que tiene más amplio apoyo hoy en día. En las teorías de las cuerdas, los elementos básicos no son las partículas, que ocupan un punto en el espacio-tiempo, sino algo similar a una onda que viaja por una cuerda que tiene longitud pero carece de cualquier otra dimensión. De ese concepto surge la metáfora de imagen de la cuerda, al estar entre sus rasgos más prominentes el ser algo alargado y fino. La emisión y absorción de partículas en la física de partículas elementales se corresponde en esta nueva visión con la unión o división de las cuerdas.

Hawking (1996: 176) explica a continuación esta metáfora: “In string theories, what were previously thought of as particles are now pictures as waves travelling down the string, like waves on a vibrating kite string. The emission or absorption of one particle by another corresponds to the dividing or joining together of string”. Las metáforas de los procesos, antes conceptualizados como emisión y captura, quedan por tanto relegadas en favor de una teoría que los conceptualiza como procesos de división y adhesión. Este proceso se representa también mediante una imagen que se visualiza mediante un tubo con forma de H o una tubería, en la que las dos barras verticales corresponden a las partículas solares y terrestres respectivamente y la barra horizontal la constituyen

los gravitones que viajan entre ambas. Hawking (1996: 177) comenta irónicamente que esta teoría “is rather like plumbing, in a way”.

Ejemplos:

- *However, in 1984 there was a remarkable change of opinion in favour of what are called string theories. In these theories the basic objects are not particles, which occupy a single point in space, but things that have a length but no other dimension, like an infinite thin piece of string. (1996: 174)*
- *[...] soon began to work on string theory and a new version was developed, the so called heterotic string, which seemed as if it might be able to explain all types of particles that we observe. (1996: 179)*

La teoría de las cuerdas genera, además, las siguientes metáforas:

- “Open strings” / “cuerdas abiertas”

Si la cuerda la constituye una línea recta con dos extremos que, consecuentemente, nunca se juntarán, se denomina cuerda abierta. Se emplea una vez más, de esta manera, un esquema tomado del registro general, tal como se explica en el siguiente caso, sobre las cuerdas cerradas.

Ejemplos:

- *These strings may have ends (the so-called open strings). (1996: 175).*

- “Close strings” / “cuerdas cerradas”

Si la cuerda tiene forma de aro es una cuerda cerrada. La metáfora que se asienta sobre los conceptos *open*/abierto y *closed*/cerrado no constituye una metáfora novedosa, pues estos términos se adoptan con frecuencia para designar cuerpos con extremos o sin ellos. Ambos constituyen esquemas de imagen en nuestro sistema conceptual. El rasgo más prominente de los opuestos abierto y cerrado es el de dar paso, permitir la entrada en ellos, o de prohibirlo. Esta denominación se lleva al campo de la geometría para denominar algo que carece de esta característica. Por tanto no hay razones para que una línea recta esté abierta y un círculo cerrado, excepto por constituir uno de los esquemas mentales imperantes en nuestro sistema conceptual que nos ayudan a estructurar la realidad mediante modelos que la hacen más manejable. Ejemplos:

- *[...] they (the strings) may be joined up with themselves in closed loops (closed strings). (1996: 175).*

Extensiones metafóricas:

- *[...] they (the strings) may be joined up with themselves in closed loops. (1996: 175).*

Finalmente, también a partir de esta metáfora se originan las metáforas “*the world-line*” y “*the world sheet*”, que explican el desarrollo de la teoría de las cuerdas en el espa-

cio-tiempo. Las cuerdas abiertas se representan como una línea en el espacio-tiempo, es decir, se ocupa una línea en cada momento del tiempo. Consecuentemente, su *historia* o desarrollo en el espacio-tiempo es una superficie con dos dimensiones que asemeja a una sábana. The *world sheet* es una metáfora que proporciona una imagen visual muy valiosa para hacer posible la representación mental de este concepto de la teoría. Sobre ella dice Hawkins: (175): “The world sheet of an open string is a strip; its edges represent the path through space-time of the ends of the string”.

Ejemplos:

- *A particle occupies one point of space at each instant of time. Thus, its history can be represented by a line in space-time (the world-line). (1996: 175).*
- *A string [...] occupies a line in space at each moment of time. So its history in space-time is a two dimensional surface called the world-sheet. (1996: 175).*

Extensiones metafóricas:

- *Strip y cylinder o tube.*
- *The world-sheet of an open string is a strip; its edges represent the paths through space-time of the ends of the string. The world sheet of a closed string is a cylinder or a tube; a slice through the tube is a circle which represents the position of the string at one particular time. (1996: 175).*

En las dimensiones espaciales una cuerda cerrada sería un círculo. Al añadir la dimensión tiempo, la representación visual sería la de un tubo.

5. CONCLUSIONES

En este artículo se ha expuesto cómo, para la descripción de los fenómenos referidos al universo y a los cuerpos celestes, la ciencia una vez más hace uso de la metáfora conceptual, es decir de la proyección de los modelos de la experiencia humana sobre los fenómenos científicos. La metáfora, por tanto, produce una transposición o traslación del mundo no científico al de la ciencia proporcionando, de esta forma, que los medios de expresión para todo lo observable en la realidad común y científica coincidan en su manifestación formal.

Se ha analizado cómo mediante las metáforas conceptuales, entre las que cabe destacar *el universo es la tierra y los astros son cuerpos* se construye el soporte para la conceptualización del conocimiento de la astrofísica. Primeramente, con *el universo es la tierra* se dibuja una topología del universo constituida por regiones, dividida en fronteras y dotada de caminos por donde circulan cuerpos celestes. En segundo lugar, mediante *la metáfora biológica* analizada el cuerpo del hombre se constituye en unidad de referencia para la representación en el plano conceptual de la aparición, evolución y desintegración de las estrellas, planetas y galaxias. De esta forma, la metáfora mecanicista vigente a lo largo del siglo XIX da paso a la metáfora biológica para explicar el universo dinámico que encaja con este nuevo paradigma científico.

Este proceso de creación de lenguaje continúa. Astrónomos de la Agencia Espacial Europea me comunicaban en una entrevista concedida en junio de 2000 que habían dado el nombre de *blue straggler* a un nuevo astro con características diferentes a los hallados hasta la fecha. Todo ello responde a la misma imaginación del hombre que empleó hace miles de años el término *planeta* significando *errante*, para designar a estos cuerpos celestes, una imaginación que, mediante la metáfora, es muchas veces la que determina y condiciona el lenguaje de la ciencia.

Este trabajo, finalmente, ha puesto de manifiesto la capacidad de la metáfora para crear parte del soporte conceptual de la astrofísica moderna, así como para proporcionar poderosas metáforas de imagen, lo cual nos abre a su vez nuevas posibilidades para la enseñanza de las lenguas dentro de esta especialidad.

6. NOTAS

1. Catedrático de Física Aplicada de la ETSI Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Observación realizada en la entrevista que me concedió en Junio de 2000.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aristóteles 1993. *Metafísica*. Madrid: Espasa Calpe.
- Boslough, J. 1984. *Stephen Hawking's universe*. New York: William Morrow.
- Caballero Rodríguez, M.R. 2002. "How to talk shop through metaphor: bringing metaphor research to the ESP classroom". *English for Specific Purposes*, 2-18.
- Castro Tirado, A. 1999. "Una nueva visión de nuestro universo", *Newton*, nº 13, Mayo: 3.
- Collins, A., Gentner, D. 1995. "How people construct mental models", *Cultural models in language and thought*. Eds. D Holland, & N. Quinn Cambridge. USA: Cambridge University Press.
- Cuadrado, G. 2002. "La metáfora y la creación de significado en el inglés de la astronomía: Los astros son cuerpos". *Actas del VII Congreso Lenguas para Fines Específicos*. Eds. S. Barrueco; E. Hernández, L. y Sierra, Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá: 253-259.
- Currás, E. 2000. "Caos y orden, contrapuntos de una ideología". *Revista del Ilustre Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Madrid*, nº 112, febrero 2000: 34-35.
- Dodds, J.S. 1987. *Dictionary of economics terms*. Edinburgh: W & R Chambers.
- Knudsen, S. 2003. "Scientific metaphors going public". *Journal of Pragmatics* 35: 1247-1263.
- El País* 1999. "Mensajeros del cosmos. Astrónomos y cosmólogos sondearán con los neutrinos el cielo profundo", 22 diciembre: 42.
- El País* 2000. "Moléculas en el espacio", 26 enero: 34.

- Gibbs, R. W. & Colston, L. 1995. "The cognitive psychological reality of image schemas and their transformations". *Cognitive Linguistics* 6, 4: 347-378.
- Hawking, S. W. 1996 (1988). *A brief history of time. From the big bang to the black holes*. London: Bantam Books.
- Hawking, S. W. 1992. *La Historia del tiempo*. Traductor, Miguel Ortuño, 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.
- Lakoff, G. 1993. "The contemporary theory of metaphor". *Metaphor and thought*. Ed. A. Ortony. Cambridge: Cambridge University Press: 202-251.
- Maasen, S., P. Weingart y B. Mendelsohn, eds. 1995. *Biology as society, society as biology metaphors*. Dordrecht: Kluwer.
- Nueva Enciclopedia Larousse* 1984. 20 vols., Barcelona: Planeta.
- Roldán Riejos, A. 2004. "Strategic features of ESP from a sociolinguistic perspective". *Ibérica*, 7, 33-52.
- Ruiz de Mendoza, F. 1997 "Semantic networks in conceptual structure". *Cuadernos de Filología Inglesa*, 6/2, 161-178.
- Sun, R. 2001. "Cognitive Science meets multi-agent systems: a prolegomenon". *Philosophical Psychology*, 14 (1): 5-28.
- The Oxford English Dictionary*. 1989 second edition, 20 vols., Oxford: Clarendon Press.
- Weinberg, S. 1999. "A unified Physics by 2050?". *Scientific American*, vol. 281, nº 6, dec: 36-43.
- Weinberg, S. 1999. *Los tres primeros minutos del Universo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Weinberg, S. 1997. "Hacia las leyes finales de la Física". *Las partículas elementales y las leyes de la Física*. Eds. R.P. Feynman & S. Weinberg. Barcelona: Gedisa.

CONFERENCIAS:

- Sánchez Martínez, F. 2000. "Catástrofes cósmicas", conferencia pronunciada el 17 de febrero en el Ciclo de Conferencias Ciencia y Sociedad, Nuevos Enigmas Científicos, Madrid, febrero-marzo, 2000.