

Guiomar E. Ciapuscio

*Las metáforas en la creación
y recontextualización de la ciencia*

Universidad de Buenos Aires
CONICET

En esta contribución me ocuparé del tema de la metáfora en el contexto de la comunicación científica. La metáfora, junto con el resto de las llamadas figuras del lenguaje, ha sido un recurso tradicionalmente rechazado por los científicos y por la literatura normativa sobre el discurso y los textos de la ciencia. En años más cercanos, la actitud hacia la metáfora ha cambiado de manera sustantiva, debido a distintos factores, entre ellos, las nuevas concepciones epistemológicas sobre el quehacer científico, la influencia de la historia y la sociología de la ciencia, los estudios sobre la retórica científica, entre otros factores. Este cambio radical respecto de la metáfora también se correlaciona con los nuevos modelos y reflexiones de la lingüística cognitiva sobre el pensamiento metafórico, que han redefinido y revalorizado de manera notable el recurso. En ese marco, que seguimos aquí, las metáforas se consideran un instrumento de pensamiento y de acción (Lakoff 1987, Lakoff y Johnson 1991; Lakoff y Johnson 1999) y no meramente un ornamento lingüístico.

En este trabajo quisiera mostrar cómo la metáfora es un elemento extremadamente interesante en los distintos hitos o estaciones de la comunicación de la ciencia, desde la creación de conocimientos en el ámbito más especializado hasta su divulgación para el público lego. La actividad científica es una actividad básicamente comunicativa en sus diversas estaciones y modalidades: distintos elementos lingüístico-textuales permiten sostener que la comunicación de ciencia puede concebirse como un proceso de recontextualización y reformulación continuo desde los textos iniciales *-papers* o *press releases*-hasta las notas para el público amplio (Ciapuscio, 2001). En esta contribución sostengo que las metáforas son elementos que jalonan y constituyen ese continuum. Intentaré demostrar esta idea sobre la base del análisis de un

conjunto de ejemplos procedente del campo de la biología molecular. Me permitiré partir de una serie de tesis, algunas de ellas fundamentadas en trabajos previos, y me concentraré en la discusión de las tesis vinculadas con las metáforas:

- La comunicación científica puede concebirse como un proceso de recontextualización y reformulación continuo desde los textos primeros, innovadores y originales, hasta los textos (presuntamente) finales, destinados a la información del gran público (Jacobi, 1984; Ciapuscio, 2001).
- Ese continuum reformulativo no debe entenderse en términos estrictos de dirección unilateral (desde el especialista hacia el lego), sino que debe admitirse la posibilidad de la bidireccionalidad: los textos finales pueden condicionar textos previos (Lewenstein, 1995; Ciapuscio, 2001).
- Las metáforas constituyen un procedimiento cognitivo y accional (Lakoff y Johnson, 1991), por un lado, y, simultáneamente, constituyen poderosos recursos comunicativos de naturaleza interaccional. El empleo de metáforas siempre depende y se orienta en el/la interlocutor/a, quien debe interpretarlas y aceptarlas.
- Las metáforas constituyen un procedimiento cognitivo-comunicativo esencial en las diversas estaciones de la comunicación científica.
- Las metáforas se emplean en los distintos estadios del continuum de la comunicación científica con diferentes funcionalidades y modalidades, determinadas por el contexto discursivo particular.
- Las metáforas, al “transitar” por los diferentes hitos del continuum, son modificadas por los interlocutores: son expandidas, precisadas, reducidas o abandonadas de acuerdo con la evaluación de las restricciones, funcionalidades y condiciones del nuevo contexto discursivo.

He estructurado el trabajo en dos partes: una primera, que podría caracterizarse como referencial, en la que reseño a grandes líneas las principales teorías que han propuesto la retórica y la lingüística sobre

el recurso y las actitudes que el mundo de la ciencia ha sostenido respecto de las metáforas. La segunda parte, que tiene un carácter más analítico, se dedica a ilustrar y examinar el empleo de metáforas en textos que jalonan distintos tramos de la comunicación de temas de biología molecular.

1. Las metáforas

1.1. Concepciones de la metáfora

La literatura especializada sobre la metáfora es profusa y probablemente casi inabarcable; me limitaré aquí a presentar las principales concepciones sobre el recurso. Según Aristóteles, la metáfora consiste en la “traslación de un nombre ajeno”; la base de la metáfora reside en la analogía, que consiste en la posibilidad de establecer relaciones de correspondencia entre elementos que pueden sustituirse entre sí. Como lo destacan Lakoff y Johnson (1991), aunque es el creador de la teoría comparatista de la metáfora, Aristóteles dio cuenta de su poder cognitivo: “las palabras corrientes comunican solo lo que ya sabemos; solamente por medio de las metáforas podemos obtener algo nuevo” (*Retórica*, 1410b). Esta mirada creativa sobre el recurso fue ignorada por la extensa tradición retórica fundamentada en Aristóteles y la concepción clásica basada en una comparación implícita ha perdurado hasta nuestros días.

La concepción clásica de la metáfora se basa, pues, en la tesis de la comparación y considera que se trata de un recurso lingüístico o “una figura del lenguaje”. La metáfora supone siempre una analogía implícita que el intérprete debe reponer. Según Miller, la visión clásica define la metáfora como “un enunciado comparativo, uno de cuyos miembros falta” (Miller, 1979): así, el ejemplo tradicional, “el hombre es un lobo” debe entenderse con el lazo comparativo explícito “el hombre es como un lobo”. De este modo, determinadas características o atributos “salientes” del definiens (*lobo*), como ferocidad, agresividad, etc, se trasladan y se asignan al definiendum (*hombre*): la metáfora destaca y pone en foco determinadas características del objeto y oculta o posterga otras (como, por ejemplo, la inteligencia, la laboriosidad, etc.).

La presentación del concepto de metáfora que realiza Albaladejo (1991) se enmarca en una concepción que aúna la retórica clásica con

estudios de la lingüística del texto, a los que se suman los aportes de la poética clásica y la poética lingüística. Sin embargo, la exposición acerca de los *tropos* (metáfora, sinécdoque y metonimia) es relativamente tradicional. Los tropos se caracterizan por “una relación in absentia que procede de una organización de los elementos lingüísticos *in verbis singulis*” (pág. 148). Recoge la idea de Ricoeur según la cual, aunque los tropos se vinculan con la aparición de una sola palabra en el texto, proceden de la relación entre dos ideas. Define la metáfora, la sinécdoque y la metonimia como “mecanismos lingüísticos de índole semántica” (Ibíd.). La metáfora es, en términos de Albaladejo:

“un metasema de supresión-adición que consiste en la sustitución de un elemento léxico por otro con el que tiene uno o varios semas en común. Esta sustitución implica un cambio de significado puesto que el elemento que sustituye al que está ausente adquiere como significado traslaticio el del elemento sustituido” (149).

Como puede verse en el fragmento transcripto, la metáfora se reduce a una cuestión léxica, al mero compartir “semas”, y, de allí, a la posibilidad de sustitución de un elemento por otro. La metáfora se define en última instancia como un recurso lingüístico que conlleva traslaciones de significado.

Otabe (1995) demuestra que el valor cognitivo de la metáfora fue reconocido por diversos autores durante el Iluminismo alemán del siglo XVIII. En esta etapa, según la autora, pueden reconocerse tres teorías de la metáfora: 1) la metáfora es un vestido de la verdad, un recurso para aquellos que no pueden razonar suficientemente; 2) la metáfora es una cognición intuitiva; 3) la metáfora es un instrumento de la razón, un recurso indispensable aun para aquellos capaces de razonar. Sin embargo, la teoría clásica conservó su dominancia y vigor. Radman (1995) afirma que las dificultades en aceptar la metáfora como un recurso legítimo de cognición se deben a dos motivos: por un lado, un modo inadecuado de entender la metáfora, por el otro lado, a una noción de racionalidad y objetividad idealizada respecto de nuestros procesos de conocimiento.

La tesis central de Lakoff y Johnson es que la metáfora es un instrumento del pensamiento y solo en segunda instancia un recurso lingüístico. Aunque, como hemos visto, la idea básica que sostienen acer-

ca del carácter y poder cognitivo de la metáfora no es, en rigor, estrictamente novedosa, los trabajos de estos autores significan un punto de inflexión en la teoría sobre las metáforas, por el grado en que profundizaron en ella y por la relevancia y trascendencia que han atribuido a la metáfora como instrumento de pensamiento (Lakoff y Johnson, 1999). La afirmación central de la primera y trascendental obra sobre las metáforas en la vida cotidiana (Lakoff y Johnson, 1991) es probablemente: “La metáfora no es solamente una cuestión de lenguaje, es decir, de palabras solamente. Sostenemos que, por el contrario, los procesos del pensamiento humano son en gran medida metafóricos” (pág. 42). La metáfora es un fenómeno que va mucho más allá de palabras, o mejor, de conceptos aislados: las metáforas nos permiten entender un dominio de la experiencia en términos de otro: en casos como “El tiempo es dinero” o “el amor es una obra en colaboración” vemos que las definiciones metafóricas se ubican en dominios básicos de la experiencia como *dinero* y *obra en colaboración*; subconceptos como “calcular el tiempo” o “el amor paciente” se derivan de los conceptos más generales. Los dominios básicos de la experiencia son todos estructurados como Gestalts, en forma de dimensiones naturales. Esos dominios experienciales son naturales porque son productos de nuestros cuerpos, nuestra interacción con el medio físico, nuestras interacciones sociales en el marco cultural que nos es propio. Como afirman los autores, esos tipos naturales de experiencias son producto de nuestra naturaleza humana; mientras que algunos pueden ser universales, otros pueden variar de cultura en cultura.

Naturalmente, el pensamiento metafórico puede ser creativo: las metáforas nuevas –basadas en nuevas semejanzas– pueden dar sentido nuevo a la experiencia, esto es, crear coherencia al destacar algunos rasgos y al ocultar u oscurecer otros. En el caso analizado por Lakoff y Johnson (1991:184), “el amor es una obra en colaboración”, es evidente que la metáfora destaca ciertas características y simultáneamente oculta otras (el amor como fuerza física, el amor como locura, etc.). Sobre la base de la discusión acerca de las metáforas creativas, concluyen que la metáfora es primariamente una cuestión de pensamiento y acción; solo derivadamente es un hecho de lenguaje. Para estos autores, la teoría clásica de la metáfora basada en la comparación se nutre mayormente de la filosofía objetivista, según la cual las semejanzas son objetivas, es decir, son inherentes a los objetos. Por lo tanto, una metá-

fora expresa analogías preexistentes y, evidentemente, no podría contribuir a la creación de conocimiento. Al contrario, la teoría cognitiva de la metáfora afirma que las semejanzas relevantes en el hecho metafórico son aquellas que la gente experimenta (Ibíd., pág. 196) y, podríamos agregar, descubre.

Lakoff y Johnson (1991) atribuyen el rechazo a la metáfora y a la retórica de las corrientes dominantes en ciencia al miedo al subjetivismo, la corriente antagónica: se trataría en el fondo de miedo a la emoción y a la imaginación. El objetivismo considera que las palabras tienen “sentidos propios”, sentidos inherentes, en términos de los cuales se pueden expresar las verdades. El empleo metafórico de las palabras implica usarlas en un sentido impropio, sacudir la imaginación y, por tanto, las emociones y alejarnos de la verdad hacia las ilusiones.

Las metáforas en la lengua de la ciencia

La concepción tradicional del discurso científico incluye dentro de sus preceptos la proscripción de la metáfora, en tanto recurso distorsionador, intrínsecamente ambiguo, polisémico, propio del campo subjetivo y emocional. La metáfora y, en general, el conjunto de las “figuras del lenguaje” cultivado por la retórica fueron considerados enemigos “naturales” de la ciencia moderna por varios siglos. La concepción tradicional de la lengua científica tiene sus raíces históricas en los tiempos de la revolución científica (siglo XVII), especialmente a partir de la creación y la acción de *The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* en Inglaterra. Esta institución –cuyo lema era “Nullius in verba”– propulsó la emancipación de las ciencias naturales experimentales, denominadas intencionalmente “ciencias reales”, de una posición externa que habían ocupado en la visión científica escolástica hacia su moderno papel como ciencias líderes. Esta lucha por la imposición de unas ciencias naturales nuevas fue simultáneamente una lucha lingüística: el deseo de lograr un estilo o, incluso, en los más entusiastas, una lengua diferente para expresar y comunicar la verdadera ciencia. La oposición se estableció sobre la base de una dicotomía ya provista por la antigua retórica: *res* vs. *verba*, la cosa vs. las palabras. La lengua de la ciencia debía ubicarse de manera decidida del lado de las cosas, en clara oposición al estilo de las ciencias escolásticas, marcado por la retórica y su visión persuasiva y, por ende, manipulativa de la lengua.

Como apunta Kretzenbacher (1995), los científicos de ese tiempo compartían una desconfianza visceral hacia la capacidad de las lenguas naturales de transmitir fielmente los contenidos científicos.¹ Esa desconfianza se tradujo en dos actitudes básicas para afrontar el problema: 1) por un lado, aquellos que propusieron la creación de una lengua distinta para la ciencia, de carácter universal, independiente de las lenguas naturales, en la que las palabras y las cosas serían congruentes. Intentos en este sentido fueron protagonizados por el obispo Wilkins (1668)² e Isaac Newton³, entre otros, y ridiculizados por J. Swift en su obra *Los viajes de Gulliver*. 2) La segunda opción, más “realista”, se concentró en la lucha por el llamado “estilo lineal”, caracterizado por la imagen de la “transparencia” que expresa la poderosa dicotomía de base metafórica *perspicuitas* vs. *obscuritas*. El estilo lineal se define por características como la precisión, la objetividad, la claridad, ausencia de subjetividad y de todo elemento emocional. La metáfora óptica de la vitrina acuñada por Gusfield (1976) ilustra certeramente el estilo lineal: la lengua científica debería ser como una vitrina, que deja ver con absoluta claridad los objetos que se exhiben. Esta posición se funda, claro está, en una oposición radical a la retórica tradicional, que Locke –un representante paradigmático de la “guerra a la metáfora”– describió como “una mentira perfecta”, dada su capacidad de incorporar ideas falsas en la mente sin que se note.⁴ La empresa antiretórica de las nuevas ciencias experimentales tomó como uno de sus caballos de batalla predilectos la oposición a la metáfora, en tanto representante paradigmática de la potencialidad manipuladora la lengua.

Weinrich (1995), en una aguda caracterización del discurso científico tradicional, resume esa posición en lo que respecta a la sintaxis de la lengua científica mediante lo que denomina provocativamente las tres prohibiciones del científico. Estas son: a) un científico no dice

1. Nótese –a modo de anticipo– la metáfora patente en esa formulación que revela la concepción dominante sobre la relación lengua-pensamiento: *las lenguas son recipientes que portan contenidos*.

2. *Essay Towards a Real Character, and a Philosophical Language* (1668).

3. *Of a Universall Language*, ensayo inconcluso.

4. Locke (1690), *Essay Concerning Human Understanding*. Es pertinente recordar que los escritos de este pensador están plenos de metáforas.

“yo”; b) un científico no relata y c) un científico no emplea metáforas. Kretzenbacher (1995) sostiene acertadamente que la vigencia de estas prohibiciones⁵ en los escritos de los científicos colabora decisivamente con la realización del estilo lineal. El tabú del “yo”, que simultáneamente implica el tabú del “tú”, consigue un estilo desprovisto de subjetividad: son las cosas, los hechos, los que hablan por sí mismos; la ausencia de narración da lugar a la dominancia de la *descripción* despojada de protagonistas; la deseada proscripción de la metáfora expulsa del texto científico los dominios experienciales del mundo cotidiano.

El rechazo a la metáfora como instrumento de la lengua para la creación y comunicación del conocimiento trasciende, por cierto, el campo del nacimiento de las ciencias experimentales y tiene una historia aún mucho más extensa. Lakoff y Johnson (1991) vinculan esa actitud con la dominancia del objetivismo en la cultura occidental y encuentran sus raíces en la influyente obra de Platón, quien, como es sabido, expulsó de su República a la Poética, sobre la base de su falta de afición a la verdad, su capacidad de despertar emociones y confundir y cegar a la humanidad. A pesar de la reivindicación de la metáfora por Aristóteles, la descalificación del recurso fue ardorosamente practicada por filósofos y pensadores de envergadura como Hobbes y Locke.

El positivismo y el neopositivismo concibieron y presentaron la ciencia como una construcción objetiva y puramente racional, sujeta a leyes y reglas de orden lógico-formal. El instrumento lingüístico siguió siendo considerado un recurso necesario pero poco confiable, al que era preciso limar y modelar de manera de lograr un acceso más claro al mundo científico. El neopositivismo vienes de la primera mitad del siglo XX propugnaba la existencia de un lenguaje observacional y neutral, al que podrían traducirse todos los enunciados provistos de sentido. Los filósofos de la ciencia de esta orientación, que dominaron hasta entrados los años sesenta, pregaron la necesidad de un lenguaje científico objetivo, ahistórico, inmutable y válido universalmente (Díaz Rojo, 1998).

5. Kretzenbacher prefiere hablar de tabúes, puesto que esta denominación reflejaría mejor el relativo margen de decisión de los escritores respecto de la metáfora.

En cuanto a su empleo en los textos que comunican ciencia, los testimonios en rechazo de la metáfora son innumerables. Véase la siguiente afirmación, que procede de un "clásico" sobre la lengua de la ciencia:

"The scientist is debarred, more by convention than necessity, from using any of the devices that lead to graciousness in writing. These devices, commonly called figures of speech, are the accepted ornaments of literary composition and are wholly absent from scientific prose. The scientist does not write in metaphors; metonymy or satire might mar the clearness he prizes so highly (...)"
(Savory, 1967, pág. 115)

Cloitre y Schinn (1986), autores procedentes del campo de la física, afirman lo siguiente respecto del uso de metáforas en la divulgación de temas del área:

"De façon très nette, les représentations d'objets et de mécanismes physiques au moyen de telles images métaphoriques ne satisfont pas les exigences de clarté et de précision qui sous-tendent l'intelligibilité d'un texte. En effet, ce type d'images est l'agent par excellence de la polysémie. Une métaphore fonctionne au moyen de la fusion de deux univers de discours autonomes, chacun conservant son intégrité en ce sens qu'il n'est pas réduit ou réductible au second. L'image métaphorique puise sa signification dans cette collision et cette confusion de deux éléments initialement disjoints. Ici fusion entraîne con-fusion, c'est-à-dire polysémie, d'où résultent des représentations subjectives..."
(pág. 169-170)

El rechazo a la metáfora en el enfoque que podemos llamar clásico del discurso científico se fundamenta, evidentemente, en una concepción epistemológica de la ciencia de raíz básicamente objetivista. El quehacer científico es un dar cuenta casi ascético del mundo externo (la realidad); el instrumento lingüístico debe ser transparente y en lo posible ni siquiera "notarse" (cf. metáfora de la vitrina de Gusfield). De esta visión surgen los llamados universales de la lengua científica, tan bien resumidos por Schwanzer (1981): objetividad, precisión, cla-

ridad, eficiencia, economía, ausencia de imágenes y de todo elemento emocional.

La concepción clásica dominante sobre el discurso científico desde el siglo XVII hasta avanzado el siglo XX, en el sentido de que la ciencia constituiría un sistema secundario y el instrumento lingüístico un obstáculo, fue cuestionada y superada desde hace al menos tres décadas. Actualmente existe un consenso mayoritario respecto de que la ciencia es una actividad social, inserta en la comunidad en que se desarrolla y por ende sometida a los condicionamientos e influencias de la misma. Este cambio epistemológico de base, no sin razón, fue llevado a cabo junto con una modificación sustancial de las ideas acerca de la lengua y los textos de la ciencia, modificación en la que han tenido un papel relevante los estudios lingüísticos sobre el discurso científico (Weinrich, 1989; Weinrich, 1995). Un factor que indica con elocuencia ese cambio es la actitud y valoración de la metáfora desde las disciplinas científicas más “duras” (Fox Keller, 1996; Haack, 1998).

Desde el campo de la lingüística, Weinrich (1995) ha sostenido que la prohibición o tabú que reza “el científico no emplea metáforas” no es más que un mito. En realidad, la conclusión razonable de una revisión solo superficial de las obras capitales de la ciencia moderna es que *la ciencia se hace con metáforas*. A partir de una interpretación casi psicoanalítica, Weinrich sostiene que el mito de la prohibición de la metáfora es parte de una de las tantas neurosis de los científicos. Que la ciencia se hace con metáforas puede demostrarse de manera contundente si nos limitamos a examinar un microfenómeno del discurso científico como las terminologías científicas. Fourez (1994) documenta que los conceptos científicos suelen ser metáforas “endurecidas” de uso tan corriente y estandarizado que su origen metafórico se ha perdido; lo muestran ejemplos como *célula*, *onda de luz*, *código*, *fuerza*, etc.

En consonancia con la línea de pensamiento representada con vigor en lingüística por Lakoff y Johnson, quienes han recuperado y desarrollada la vieja y desatendida observación aristotélica sobre el valor cognitivo de la metáfora, estudios especializados sobre la retórica del discurso científico se han explayado sobre el valor heurístico de las metáforas en la investigación y solución de problemas.

Las ficciones analógicas pueden ser útiles a los científicos para conceptualizar y dar cuenta de relaciones entre fenómenos (Black, 1962). Prelli (1989), en su trabajo dedicado a la retórica de la ciencia,

sostiene que las metáforas pueden emplearse en la investigación como instrumento de conocimiento: para los científicos, el instrumento metafórico evoca asociaciones familiares que permiten focalizar percepciones de manera técnicamente legítima y heurísticamente fértil. Las metáforas del quehacer científico, además, pueden convertirse en facilitadoras u obturadoras de caminos de investigación. E. Fox Keller (1996), bióloga y aguda observadora de la lengua científica, ha demostrado en diversos trabajos cómo –contra lo que siguen pensando muchos científicos– la metáfora está presente en el quehacer científico y cómo las metáforas pueden llevar nuestros valores culturales a la práctica científica e incluso pueden servir para motivar líneas rectoras de investigación y experimentos concretos. La biología, su campo, lo ilustra con mucha elocuencia. Uno de los casos que trata Fox Keller es el problema de la fertilización:

“Hasta fechas muy recientes la célula espermática se ha descrito persistentemente como “activa”, “fuerte” y “autopropulsada”, siendo capaz de “horadar” la cubierta del óvulo y “penetrar” en el mismo, al cual entrega sus genes, y de activar el programa de desarrollo. Por el contrario, la célula del óvulo es “transportada” y “arrastrada” pasivamente a lo largo de la trompa de Falopio hasta que es “atacada”, “penetrada” y “fertilizada” por el esperma (Martin, pp. 489-490). El aspecto más destacable es la consistencia de los detalles técnicos que confirman esta descripción, al menos hasta hace unos pocos años: el trabajo experimental proporciona unos razonamientos químicos y mecánicos acerca de la movilidad del esperma, de su adhesión a la membrana celular y de su capacidad para llevar a cabo la fusión de la membrana. La actividad del óvulo, considerada inexistente no requiere mecanismo alguno y, por tanto, se presume que no se produce.” (pág. 56-57).

Esta gran metáfora que presenta al espermatozoide como “activo” frente a la “pasividad” del óvulo, traslación de la tradicional concepción de la distribución de los papeles genéricos, ha sido reemplazada en tiempos recientes:

“Hoy día, una metáfora diferente parece que es más útil y claramente más aceptable: en los libros de texto actuales, la fertilización probablemente se está impregnando del lenguaje de la igualdad de oportuni-

des; se define como “el proceso en el cual el óvulo y el esperma se encuentran y se fusionan”

(Alberts et al., *The Molecular Biology of the Cell*, 1990:868, pág. 57)

La autora destaca la productividad de esta metáfora, que revela, por un lado, cómo el lenguaje expresa el pensamiento y los modos consecuentes de acción y, por el otro, la decisiva influencia sobre la práctica de la investigación misma. La primera metáfora “conduce a la investigación intensa de los mecanismos moleculares de la actividad espermática, mientras que la otra alienta la investigación permitiendo la elucidación de mecanismos por los cuales se podría afirmar que el óvulo es activo” (pág. 57).

Las metáforas pueden emplearse también para el “hacer retórica” sobre la investigación; en este caso, el especialista recurre a metáforas a causa de sus potencialidades para la explicación clarificadora. Es interesante la observación de Prelli (1989) respecto de la capacidad de la metáfora para provocar efectos particulares según los tipos de audiencia: para un investigador, el pensamiento metafórico puede significar un avance en la resolución de un problema e incluso una nueva teoría; para el público no especialista, la metáfora es un recurso que permite conceptualizar fenómenos abstractos o excesivamente técnicos mediante asociaciones con objetos o aspectos del mundo cotidiano. En resumen, puede afirmarse que la metáfora constituye un mecanismo de conceptualización de extrema importancia en el campo de la creación y la comunicación de la ciencia: por su potencialidad epistemológica para abrir nuevos modos y caminos de pensamiento y porque al evocar dominios experienciales cotidianos, constituye un recurso comunicativo efectivo para la explicación y exposición de contenidos científicos a distintos tipos de audiencias.

En esta última línea de pensamiento, la metáfora ha sido conceptualizada recientemente como un importante recurso en la tarea de producción de textos: se trata de un instrumento poderoso en el trabajo de *formulación* de discurso (Antos, 1982), especialmente en las interacciones entre expertos y legos (Brünner, y Gülich, 2002; Ciapuscio, 2003; Gülich, 2003). Las interacciones entre hablantes con distintas competencias y experiencias son instancias que se caracterizan por la emergencia de problemas comunicativos, que exigen el recurso a distintos procedimientos y estrategias de formulación. La metáfora, deno-

minada junto con las concretizaciones, escenarios y ejemplificaciones como procedimiento de ilustración (Brünner, 1999), es empleada con asiduidad en interacciones caracterizadas por la asimetría de competencias, dado que permite formular contenidos especializados y técnicos mediante el recurso a campos experienciales familiares para el no especialista (Brünner y Gülich, 2002; Ciapuscio, 2003; Gülich, 2003).

En la sección siguiente intentaré argumentar sobre la centralidad del recurso metafórico en distintas etapas de la comunicación científica, en tanto elemento de continuidad en ese proceso. Primero, me referiré a un caso paradigmático que ilustra con contundencia la tesis central (la investigación del ADN y la estructura molecular de los seres vivos) y luego me detendré en la discusión de dos textos, que representan estaciones en el continuum de la comunicación científica, estrechamente vinculados entre sí.

2. Análisis de casos

2.1. El ADN

Las metáforas creativas concebidas por el especialista para solucionar o producir nuevos enfoques sobre problemas de su disciplina, metáforas que han sido llamadas heurísticas (Black, 1962), pueden circular en otros ámbitos de la comunicación científica cuando su potencialidad cognitivo-comunicativa les provee multifuncionalidad, esto es, cuando permiten la construcción de interpretaciones y conceptualizaciones adecuadas por parte de distinto tipo de audiencias.

En el campo de la biología, un ejemplo especialmente ilustrativo lo presenta el caso del descubrimiento e investigación del ADN. La biología ha conceptualizado y profundizado en el funcionamiento genético de la molécula sobre la base de una metáfora: "el ADN es un código". En el glosario que acompaña un texto especializado central de la biología molecular contemporánea encontramos la siguiente definición:

1. ADN (ácido desoxirribonucleico)

Polinucleótido formado por la unión covalente entre unidades de desoxirribonucleótidos; actúa como *el transportador de la información genética*. (*Biología molecular de la célula*, 1993, Alberts, B. J. Lewis y otros, Glosario).

Los siguientes ejemplos, extraídos de una revista de alta divulgación científica, explican más detalladamente esa conceptualización metafórica:

2. Los cromosomas están constituidos por ADN (ácido desoxirribonucleico) y proteínas. *La información hereditaria está codificada en el primero. (...) El mensaje de la herencia o código genético está contenido en el orden o secuencia con que las bases aparecen en la larga hebra del ADN, del mismo modo que el orden en que aparecen los caracteres de este texto permite conservar y transmitir (para quien sepa leer el castellano) la información que contiene.*
("Algunos tecnicismos". Conceptos de genética molecular. *Ciencia Hoy* 6, volumen 6, Nro. 32, 1995).

El ejemplo 2 es especialmente interesante, porque despliega en una comparación explícita el sentido de la metáfora, apelando al mismo texto que el lector está leyendo. La comparación se manifiesta lingüísticamente con la construcción que inicia *del mismo modo que*. En el caso que sigue, el ejemplo 3, encontramos también expresada la analogía subyacente a la metáfora mediante la construcción comparativa (*como un código*) y se lleva la metáfora a una formulación inteligente y sugestiva: el ADN es *el texto más íntimo en la construcción de la vida*:

3. Desde que J. Watson y F. Crick propusieron en 1953 un modelo de la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN) que coincidía con las evidencias experimentales, los científicos hemos aceptado que *esta molécula*, presente en todos los seres vivos, es *la depositaria de la información genética*. *Dicha información se registra como un código, el cual está determinado por el orden –o secuencia– de las bases nitrogenadas –la adenina, la timina, la citosina y la guanina– que forman parte esencial del ADN.* (...) Los estudios del ADN nos ofrecen una nueva perspectiva de la realidad del mundo orgánico, abriéndonos paso a *la lectura del texto más íntimo en la construcción de la vida*. ("El ADN del pasado. Estudio del material genético de las momias y los fósiles".
(Analia Lanteri y Viviana Confalonieri. *Ciencia Hoy*, volumen 11, nro. 64, agosto-setiembre 2001).

La metáfora que en adelante llamaré *madre*, "El ADN es un código/texto (por descifrar)", permitió abrir el camino para la investigación de la estructura molecular de los seres vivos y se convirtió en un poderoso instrumento cognitivo-accional para avanzar en el campo; el actual proyecto de investigación multinacional sobre el genoma humano reposa en última instancia en la conceptualización del problema sobre la base del campo metafórico de la escritura. La consideración de distintos textos —de diverso grado de especialidad— de este ámbito temático permite afirmar que, desde los textos más especializados hasta el más divulgativo, la metáfora madre se mantiene en lo esencial: en los textos escritos más especializados, la metáfora se expande y explota intensivamente para lograr precisión y profundidad en la comprensión del fenómeno; en cambio, en los textos divulgativos, el empleo del campo metafórico puede servir a otros fines. Veamos ahora el siguiente ejemplo, que procede de una interacción oral en la que participan un especialista y un periodista. Se trata de una entrevista televisiva, en la que el verdadero destinatario es el público general; por lo tanto, el periodista escenifica su papel de intermediario, presentándose como alguien lego en el tema:

1.	P	qué es esto de la biología molecular'
2.	C	bueno. la biología molecular es una especie de boom que se estuvo dando en los últimos
3.	C	años que tiene que ver fundamentalmente con el descubrimiento de una molécula
4.	C	que se llama a de ene y que es/
5.	P	acido desoxirribonucleico. el ácido [de la vida'
6.	C	& así es. o sea toda nuestra histo/toda la información sobre el color de ojos que
7.	C	tenemos. el color de pelo que tenemos. este todos los rasgos que nosotros conocemos
8.	C	están codificados. en forma digamos química dentro de ese ácido
9.	C	desoxirribonucleico. eem muchos hacen la similitud entre lo que es la informática.
10.	C	digamos lo que es es información que usted puede guardar en un disquete o en una
11.	C	computadora (ríe) esto sería nuestro/
12.	P	este es nuestro disquete'

13.	C	disquete o sea ahí tenemos la información de cómo es el programa. de alguna
14.	C	manera de nuestra vida. digamos o sea qué tipo dee. ojos vamos a tener y todo ese
15.	C	tipo de cosas

En el fragmento puede observarse la presencia de la metáfora madre en la explicación del ADN (a partir de la línea 3). Allí el especialista introduce el objeto, “una molécula que se llama ADN y que es /”. El periodista lo interrumpe y demuestra su saber al desplegar la sigla y proponer acto seguido una metáfora: el ácido de la vida (línea 5). El experto asiente y continúa con su explicación sobre la base de la metáfora: “toda nuestra histo/toda la información sobre (...), todos los rasgos que nosotros conocemos están codificados den forma digamos química dentro de ese ácido desoxirribonucleico” (líneas 6-9). Inmediatamente el especialista propone una nueva metáfora relacionada por contigüidad con la primera, la metáfora informática, que introduce mediante la analogía explícita: “muchos hacen la similitud entre lo que es la informática” (línea 9 en adelante): riendo, el especialista propone la siguiente analogía: el ADN es información que se puede guardar en un disquete o una computadora (líneas 10-11), para finalmente, en colaboración con el periodista, homologar el ADN con “nuestro disquete” (líneas 11-13) y con “el programa de nuestra vida” (línea 14-15). En la divulgación masiva, la metáfora se retoma en su versión mínima, “el ADN es información codificada”, y se combina con otro campo metafórico, familiar y cotidiano. Puede concluirse que la metáfora madre empleada en el caso del ADN es un instrumento de amplio alcance y productividad. En cada dominio discursivo cumple funcionalidades específicas: mientras que se ha revelado como un poderoso instrumento de conocimiento en los ámbitos más especializados, en el terreno de la divulgación científica se destaca por su valor explicativo, en la medida en que facilita la comprensión aproximada del fenómeno e, incluso, provee una imagen aproximada del mismo sobre la base de un objeto (disquete) de interacción cotidiana con el lego. La posibilidad de formar imágenes mentales, a la manera de un cuadro, del texto o pasaje que interpretamos es de relevancia central en todo proceso de comprensión (Miller 1979); en relación con signos elementales (pa-

labras), para acceder a su comprensión, junto con su significado creamos una imagen mental del objeto de referencia. En el caso de conceptos especializados, esa posibilidad se ve severamente limitada para el no especialista; de allí que su explicación sobre la base de metáforas basadas en objetos cotidianos sea una estrategia efectiva y valedera.

2.2. Metáforas como estrategias de formulación para solucionar problemas comunicativos

Me interesa ahora profundizar en el papel del recurso metafórico en la actividad de producción de textos, concebida como una tarea interactiva, como un trabajo que demanda esfuerzo y para cuya consecución los hablantes se sirven de “procedimientos” regulares de formulación: entre ellos, la metáfora. Los ejemplos que analizo bajo el caso 2 provienen de interacciones auténticas: son dos textos estrechamente relacionados: a) una entrevista oral a un especialista realizada por una periodista científica con el propósito de lograr información para escribir un texto de divulgación y b) el texto escrito por esta misma periodista, dirigido a un público relativamente amplio, sobre la base de la entrevista. En otros términos, se trata de dos textos que comparten el tema central –el estudio de un virus (un oncogen angiogénico) implicado en el sarcoma de Kaposi– pero que difieren en cuanto a sus destinatarios, contexto discursivo y modalidad escrita-oral de la lengua. De este par de textos he seleccionado dos fragmentos de cada texto, que permiten reflexionar sobre el empleo de la metáfora. El pasaje siguiente muestra la creación de una metáfora –del tipo personificación– por parte del especialista para explicar el accionar del virus a su interlocutora:

Ejemplo 1

1.	M	bueno volviendo al tema de la proteínas gé. entonces son receptores de quemoquina,
2.	M	INteresante en el caso de este virus. ES igual o muy parecido a un receptor humano'
3.	M	. y lo que ha sucedido es que este virus durante SU evolución. ha ido pirateando
4.	P	m:

5.	M	genes. de los humanos y de los animales para cumplir una serie de funciones
6.	P	m: claro
7.	M	que tienen que ver con su vida. no=no es que el virus sea malo. pero
8.	P	m:
9.	M	desgraciadamente parte de su /de la vida de este virus probablemente sea hacer cosas
10.	M	que son malas para la gente. una de las cosas que hizo este virus fue piratear. este
11.	M	receptor. de. una quemoquina, pero. al Piratearlo aparte' y el/y el evolucionar
12.	P	m:
13.	M	este/este receptor junto con el virus ha mutado y ha mutado en la f:horma. de que

En las líneas 3-5, el especialista atribuye al virus acciones y atributos propios de los seres humanos: "piratear" (robar) genes es una expresión muy coloquial que significa "cometer acciones delictivas o contra la propiedad" (DRAE). Al atribuirle esa acción, dota al virus de características humanas y lo ubica en el campo metafórico del *delito*. La metáfora "el virus es un delincuente" de aquí en adelante le servirá al especialista para explicar su comportamiento y su modo de operar en la generación de sarcoma de Kaposi. A continuación, ya construido como un individuo humano, lo presenta como "inocente" (no es que sea malo pero parte de su vida es hacer cosas que son malas para la gente, líneas 7-10). En las líneas 10 a 12 reformula la serie metafórica anterior para precisar el objeto "pirateado": "una de las cosas que hizo este virus fue piratear este receptor de quemoquina".

Unos minutos más tarde, el especialista retoma el campo metafórico para seguir describiendo el accionar del virus:

1.	M	de dónde veNimos. estamos viniendo de un gen. de un virus. que se supone que está
2.	M	involucrado en un cáncer humano. también. el cáncer humano este está caracterizado
3.	M	por el fenotipo. angiogénico mucha. penetración de vasos sanguíneos Y. nosotros
4.	M	encontramos que este oncogen tiene la capacidaden estas células de INDUCIR. la

5.	M	secreción de factores. que. activan el crecimiento de vasos sanguíneos porque actúan
6.	M	el crecimiento de células endoteliales,. entonces a partir de ahí. la utiliDAD de esta
7.	P	m:
8.	M	información es a varios niveles. por un lado lo más evidente. que es. bueno estamos
9.	M	comprobando que este virus tiene la maquinaria molecular PARA inducir las
10.	M	enfermedades que se le/ de las cuales se le culpan, por lo tanto. está más imputado,
11.	P	sí m:
12.	M	es como un criminal. pero que también está armado digamos o sea bueno la
13.	M	persona está imputada pero ahora se la encuentra con armas. o con las armas
14.	P	claro
15.	M	del delito. es más criminal. exActamente es el caso de este virus, e: VARIas imputaciones
16.	P	m:
17.	M	(riendo) de este estilo + o sea muchos de los grupos encontraron OTROS genes
18.	M	que tienen que ver también con cáncer y: cosas por el estilo.

El científico desarrolla los avances de sus investigaciones sobre el virus construyendo un discurso que evoca el esquema de la crónica policial: el personaje del virus aparece sucesivamente como “involucrado” (línea 2), como “imputado de inducir ciertas enfermedades (líneas 9-10) y, luego, según los progresos del trabajo, ya como un criminal que porta armas (líneas 12 a 15). La metáfora, evidentemente, sirve al especialista para verbalizar e ilustrar de manera comprensible el accionar del virus. Una parte minúscula del cuerpo humano se personifica en un individuo, dotado de atributos dañinos para todo el organismo. Podríamos describir su empleo como una estrategia de verbalización apropiada al contexto discursivo, que el especialista, quizás, construya con la mente puesta en el futuro texto que –sabe– escribirá la periodista.

Efectivamente, en el texto posterior escrito por la interlocutora para el gran público, la periodista retoma la estrategia de conceptualización, propuesta inicialmente por el especialista, pero no se limita a su

mera reaplicación, sino que avanza en su elaboración y su progresivo refinamiento. Incluyo solo los pasajes relevantes:

“Cuando los virus desencadenan tumores” (en: *Cable Semanal* 360, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, año 2000).⁶

I. Algunos virus no sólo desencadenan un tumor sino también pueden *ayudar* a que este se desarrolle gracias a la producción de nuevos vasos sanguíneos. *Conocer a fondo las estrategias del virus* puede contribuir a desarrollar drogas más eficaces. (...)

II. En el Laboratorio de Oncogénesis Viral de la Universidad de Cornell, Mesri pudo encontrar *evidencias que implicaban a este virus como culpable*. Lo aisló, lo caracterizó y comprobó que los genes de este virus eran capaces de producir cáncer en células sanas. *Pero Mesri sospechó que el virus estaba involucrado en otros “hechos delictivos”* y que tenía algo que ver con un proceso que es fundamental para el desarrollo de un cáncer, la producción de nuevos vasos sanguíneos o angiogénesis.

III. (...) El gen del virus era un oncogen, es decir, un gen que induce la formación de un tumor. Pero era necesario conocer cuál era su *“modus operandi”*. (...)

IV. *“Estamos comprobando que este virus tiene la maquinaria para producir la enfermedad que se le imputa”*, dice Mesri. “Si demostramos que el oncogen del virus es el que produce toda esta acción, podremos identificar un posible blanco terapéutico”, anticipa.

Como puede observarse, la periodista retoma y recrea los conceptos metafóricos centrales de la entrevista (“virus...culpable,...involucrado”) y los adapta al registro escrito, dejando de lado aquellos que tal vez serían inapropiados para este registro más formal (como “piratear”, “ser bueno”, etc.). La periodista retoma la metáfora del virus como imputado y criminal y la amplía y recrea con otros conceptos del dominio experiencial de la guerra (ya introducido por el especialista en

6. Autora: Lic. Susana Gallardo.

la entrevista). La periodista agrega conceptos como “el virus tiene estrategias” (párr. I) y “el virus tiene su modus operandi” (párr. III), con lo cual suma a la animización del virus iniciada por el especialista la capacidad y los atributos intrínsecamente humanos del *planear*. De este modo la personificación del virus, construida por el especialista como un ser criminal dotado de armas, se amplía en la divulgación a un público más amplio: el virus, además, planifica y calcula sus acciones. De este modo, el recurso de la personificación alcanza un grado máximo en la divulgación, lo cual constituye un recurso muy persuasivo y, por lo tanto, efectivo para el nuevo escenario discursivo. Este conjunto de textos permite mostrar cómo la metáfora puede constituirse como un elemento de continuidad en la cadena de la comunicación científica y, cómo, conservando en este caso su funcionalidad comunicativa, puede adaptarse a los distintos contextos discursivos.

El caso que presento a continuación, proveniente del mismo corpus, es más complejo y ofrece perspectivas de reflexión distintas sobre el recurso. Aquí observamos el intenso trabajo de formulación del especialista, quien intenta progresivamente lograr una formulación que le satisfaga:

Ejemplo 2:

1.	M	otro nivel más que no te conté. que sería. yo dije en el caso que ya sabemos que estamos
2.	M	expresando el gen. es. lo que. inDU:ce la expresión del gen. que en ese sentido nuestro
3.	P	m:
4.	M	nuestro receptor nos puede dar. claves.. porque nuestro receptor vimos que al ponerlo nos
5.	M	induce al se la expresión del receptor. entonces podemos interferir con la maquiNA:ria
6.	M	que lleva a que el receptor se exprese. si lo totalmente bloqueamos el receptor no se va a
7.	M	saber expresar o sea es todo como digamos (más lento) uno tiene un reloj. y podés
8.	P	m:
9.	M	frenar la aguja.podés frenar un rulemán podés. +digamos.lo que vos no querés es darle un
10.	P	claro

11.	M	martillazo porque el martillazo significa que es una cosa tan específica que vas a matar
12.	P.	m:
13.	M	otras maquinarias y no solamente un reloj, o digamos para hacerte otro paralelo que.
14.	P	claro
15.	M	más o menos que para.digamos para entender el tema es. yo puedo frenar un coche de
16.	M	muchas formas. le puedo tirar con un tanque y tirar una bomba. que no quede nada.
17.	M	digamos y muere la gente de adentro. pero yo simplemente puedo pinchar una goma y el
18.	M	coche no (?...) nada la gente que está adentro. no le va a pasar nada. puedo agarrar y
19.	P	m: m:
20.	M	sacarle la tapa al distribuidor. porque conOZco el cómo funciona coche. en este caso es
21.	P	m:
22.	M	exACTamente lo mismo. la cla:ve. lo que la gente digamos me dice para qué querés
23.	M	saber. algo tan sofisticado como eso. BUEno como. yo quiero saber cómo funciona el
24.	M	reloj' porque quiero saber cómo tengo que hacer.para. la forma MÁS fácil y MÁS
25.	M	limpia de pararlo. en este caso saber. yo conozco TANTo de coches que. tengo. DIEZ
26.	P	claro
27.	M	formas de parar un coche sin matar la gente que está adentro, en el caso de la célula
28.	P	sí=sí
29.	M	endotelial la célula cancerOsa. yo quiero poder parar (lento y enfático)
30.	M	SOLAMENTE a la célula endotelial que es angiogénica + . y no afectar todas las
31.	M	células endoteliales de mi cuerpo. que menos mal que las tengo porque. sostienen toda
32.	M	mi vasculatura..
33.	P	claro.. e:: te quería hacer algunas preguntitas sobre:m. sobre kaposi.

En las líneas 5 y 6 el especialista comienza a explicar el camino y esencia de la investigación: se trata de “interferir en la maquinaria de expresión del receptor” a fin de lograr bloquear con precisión el meca-

nismo disparador del cáncer. Para explicar este punto, inicia en la línea 7 una serie de intentos de formulación, buscando la metáfora apropiada: el trabajo de formulación se inicia en 7 con “o sea es todo como digamos” e intenta allí la analogía con un reloj: se puede frenar una aguja, un rulemán pero no es cuestión de destruirlo por completo con un martillazo (líneas 11-13) porque así se destruirían otras maquinarias. En la línea 13, explícitamente busca otra metáfora “para hacerte otro paralelo/para entender el tema” e introduce la analogía con un coche: puedo tirarle una bomba, puedo destruirlo por completo pero también –dado que conoce mucho de coches, no olvidar que es un experto– puede buscar la forma de detenerlo sin causar daño a toda la máquina. En la línea 20 muestra su satisfacción con la metáfora del coche “en este caso es exactamente lo mismo”, aunque inmediatamente en línea 23 retorna a la ilustración con el reloj: “yo quiero saber cómo funciona el reloj porque quiero saber cómo tengo que hacer para encontrar la forma más fácil y limpia de pararlo”. La analogía con su problema de investigación se hace explícita en las líneas 27-32: en el caso de la célula cancerosa se trata de detener solamente la célula endotelial que es angiogénica y no afectar todas las células del cuerpo. Este esforzado trabajo de formulación del especialista, que muestra un ir y venir entre dos metáforas unidas por su naturaleza ontológica –“el organismo es una máquina (un reloj/un coche)”–, no parece explicarse por una dificultad de comprensión en su destinataria, que se limita a brindar señales de asentimiento, sino solo al deseo de precisión y claridad del especialista. Esto se confirma si observamos el texto escrito posterior de la periodista:

(...)

Las posibilidades para desbaratar el mecanismo de la angiogénesis son muchas. Pero para llegar a ellas se necesita todavía seguir indagando en todos los procesos involucrados. *Los investigadores quieren dar en un blanco muy preciso: las células de los vasos sanguíneos que alimentan al tumor. Si no, se corre el riesgo de destruir toda la vasculatura de la persona afectada.*

Vemos que la periodista en su nueva formulación para el gran público ha abandonado las dos grandes ofertas metafóricas del especialista y las ha reducido a la expresión mínima y sintetizadora de am-

bas: el *blanco* preciso. La periodista reformula el largo y trabajoso fragmento del especialista en un sintético párrafo que muestra un grado mayor de abstracción que su fuente: los investigadores quieren dar en un blanco muy preciso –las células angiogénicas– sin destruir toda la vasculatura. La estrategia de formulación elegida por la periodista demuestra una conceptualización acabada y certera del problema: el único elemento metafórico sobreviviente es “el blanco de ataque preciso”. Este ejemplo muestra, por un lado, cómo la periodista construye su propia conceptualización del suceso y, por el otro, cómo las metáforas pueden reducirse o condensarse en textos más divulgativos.

3. Conclusiones

La revisión crítica de las líneas de reflexión sobre la metáfora elaboradas en el marco de la retórica y la lingüística ha mostrado el reconocimiento explícito del valor cognitivo y heurístico del recurso en los procesos del conocer y comprender humanos. Paralelamente, y en consonancia con estos enfoques, se ha producido en el campo científico mismo una revalorización del recurso para la creación y la comunicación de contenidos especializados. La metáfora no es un mero ornamento o vestido sino que constituye un poderoso instrumento del pensamiento y del actuar humano.

La actividad científica es una actividad esencialmente comunicativa: los textos que crean y comunican ciencia pueden considerarse como una larga cadena con estaciones iniciales, intermedias y (solo presuntamente) finales. En ese continuum, las metáforas se revelan como un elemento constante, que, debido a su potencial epistemológico y comunicativo, son efectivas y eficientes en las distintas estaciones, caracterizadas por sus diferentes finalidades, destinatarios y contextos discursivos. Las metáforas constituyen un procedimiento cognitivo-accional, orientado interaccionalmente, esencial en la comunicación de ciencia, desde su creación en tanto instrumento de conocimiento hasta su comunicación a distintas audiencias. En la comunicación entre expertos y legos, las metáforas se muestran como un elemento de verbalización y formulación poderoso y flexible, que puede adaptarse al destinatario y al contexto discursivo específico. Las metáforas pueden entonces “transitar” los diferentes hitos del continuum, profundizando

el campo de conocimiento específico, expandiéndose a otros dominios experienciales, reduciendo su alcance y también, como en nuestro último ejemplo, pueden extenderse y reconceptualizarse en metáforas más “globales”. Desde el punto de vista de la producción de textos, entonces, en situaciones de asimetría de competencias, la metáfora se revela como una herramienta flexible y efectiva para superar los distintos obstáculos y problemas comunicativos característicos de la comunicación entre expertos y legos. Su potente multifuncionalidad explica su empleo recurrente –con funcionalidades específicas– en distintos tramos de la comunicación de temas especializados.

Referencias

- Albaladejo, T. (1991) *Retórica*. Madrid, Editorial Síntesis.
- Antos, G. (1982) *Grundlagen einer Theorie des Formulierens*. Tübingen, Niemeyer.
- Black, M. (1962) *Models and Metaphors*. Ithaca, NY., Cornell University Press.
- Brünner, G. (1999) Medientypische Aspekte der Kommunikation in medizinischen Fernsehsendungen. *Sprachtheorie und sprachliches Handeln*. K. Bühlig and Y. Matras. Tübingen, Stauffenburg-Verlag: 25-42.
- Brünner, G. y E. Gülich (2002) Verfahren der Veranschaulichung in der Experten-Laien-Kommunikation. *Sprechen über Krankheiten*. G. Brünner y E. Gülich. Bielefeld, Aisthesis Verlag: 17-94.
- Ciapuscio, G. (2003) "Formulation and reformulation procedures in verbal interaction between experts and (semi)laypersons". *Discourse Studies* 5 (2), 207-233.
- (2001) Procesos y recursos de producción textual en la divulgación de ciencia. *La historia de los lenguajes iberorrománicos de especialidad. La divulgación de ciencia*. J. Brumme. Frankfurt am Main/Madrid, Instituto Universitario de Lingüística Aplicada. Universitat Pompeu Fabra y Vervuert, Iberoamericana: 17-42.
- Cloitre, M. y T. Shinn (1986) "Enclavement et diffusion du savoir." *Information sur les Sciences Sociales* 25: 161-187.
- Díaz Rojo, J. (1998) *Revisión de la concepción tradicional de la terminología científica desde una perspectiva diacrónica*. Colloqui La Història del llenguatges iberorromànics d' especialitat (segles XVII-XIX): solucions per al present, Barcelona, IULA Universitat Pompeu Fabra.
- Fourez, G. (1994) *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires, Ediciones Colihue.
- Fox Keller, E. (1996) "El lenguaje de la genética y su influencia en la investigación." *Quark. Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura* 4 (La genética manipulable): 53-63.
- Gülich, E. (2003) "Conversational Techniques used in transferring knowledge between medical experts and non-experts." *Discourse Studies* 5 (2), en prensa.
- Gusfield, J. (1976) "The Literary Rhetoric of Science: Comedy and Pathos in Drinking Driver Research." *American Sociological Review* 41: 16-34.

- Haack, S. (1998) "Dry Truth and Real Knowledge": Epistemologies of Metaphor and Metaphors of Epistemology. *Manifesto of a Passionate Moderate*. S. Haack. Chicago/London, The University of Chicago Press: 69-89.
- Jacobi, D. (1984) "Du discours scientifique, de sa reformulation et de quelques usages sociaux de la science." *Langue Française* 64: 37-51.
- Kretzenbacher, L. (1995) Wie durchsichtig ist die Sprache der Wissenschaft? *Linguistik der Wissenschaftssprache*. H. Weinrich y L. Kretzenbacher. Berlin, De Gruyter.
- Lakoff, G. (1987) *Women, Fire, and Dangerous Things*. Chicago/London. The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. y M. Johnson (1991). *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid, Cátedra. (1a.edición en inglés, 1980).
- (1999) *Philosophy in the Flesh. The embodied mind and its challenge to western thought*. New York, Basic Books.
- Lewenstein, B. (1995) Science and the Media. *Handbook of Science and Technology*. S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen & T. Pinch. London, N. Delhi, Sage Publications: 343-360.
- Miller, G. (1979) Images and Models, Similes and Metaphors. *Metaphor and Thought*. A. Ortony. Cambridge, Cambridge University Press.
- Otabe, T. (1995) From "Clothing" to "Organ of Reason": An Essay on the Theories of Metaphor in German Philosophy in the Age of Enlightenment. *From a Metaphorical Point of View. A Multidisciplinary Approach to the Cognitive Content of Metaphor*. Z. Radman. Berlin/New York, Walter de Gruyter: 7-25.
- Prelli, L. (1989) *A Rhetoric of Science. Inventing Scientific Discourse*. Columbia, University of South Carolina Press.
- Radman, Z. (1995) Introduction. *From a Metaphorical Point of View*. Z. Radman. Berlin/New York, Walter de Gruyter: 1-4.
- Savory, T. (1967) *The language of science*. London, André Deutsch Limited.
- Schwanzer, V. (1981) Syntaktisch-stilistische Universalien in den Fachsprachen. *Wissenschaftssprache*. T. Bungarten. München, Fink.
- Weinrich, H. (1989) Formen der Wissenschaftssprache. *Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrbuch 1988*. Berlin/New York, Walter de Gruyter.
- Weinrich, H. (1995) Wissenschaftssprache, Sprachkultur und die Einheit der Wissenschaften. *Linguistik der Wissenschaftssprache*. H. Kretzenbacher y H. Weinrich. Berlin, Walter de Gruyter: 155-174.