



Artículo de Investigación

Incidencia de las metáforas en la comprensión de textos divulgativos del área de Biología

The impact of metaphor in comprehension of popularization written texts on Biology

Recibido: 04-05-2020 Aceptado: 08-10-2020 Publicado: 30-06-2021

Paula Morgado Fernández

0000-0003-1355-2317

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
paula.morgado.f@mail.pucv.cl

Sabela Fernández-Silva

0000-0002-6607-5772

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
sabela.fernandez@pucv.cl

Resumen: La metáfora conceptual es utilizada con frecuencia como estrategia divulgativa para acercar el conocimiento especializado a un público lego, pero su eficacia comunicativa para la transmisión de contenido especializado no se ha comprobado empíricamente. El objetivo de este trabajo es explorar la incidencia de las metáforas en la comprensión de textos escritos divulgativos del área de Biología. Se diseñó una prueba de comprensión lectora con 4 fragmentos de textos de divulgación con expresiones metafóricas y sin expresiones metafóricas, acompañados de 16 preguntas de selección múltiple. La prueba se aplicó a 30 estudiantes de segundo año medio de un colegio chileno, y se complementó con una entrevista semiestructurada a tres de los estudiantes. Los resultados obtenidos demostraron que, a nivel local, las metáforas estructurales de una correspondencia y las de imagen posibilitan una mejor comprensión. Sin embargo, a nivel global, no se evidenció un mejor desempeño en la lectura de textos con presencia de expresiones metafóricas. Estos hallazgos permiten caracterizar el nivel de eficacia de la metáfora conceptual en el proceso de comprensión de contenido especializado, así como informar sobre el diseño de textos divulgativos con propósitos didácticos.

Palabras clave: metáfora conceptual - comprensión escrita - divulgación científica - didáctica de la biología - expresiones metafóricas

Citación: Morgado Fernández, P. & Fernández-Silva, S. (2021). Incidencia de las metáforas en la comprensión de textos divulgativos del área de Biología. *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 31(1), 61-83. doi.org/10.15443/RL3104



Abstract: Metaphor is frequently used in science popularization as a strategy to make specialized knowledge accessible to a lay audience. However, there is no empirical evidence of its effectiveness in conveying this kind of knowledge. The aim of this study is to explore the impact of metaphor in the comprehension of popularization written texts on Biology. A written comprehension test was designed, containing 4 excerpts of popularization texts with and without metaphors, and 16 multiple choice questions. The test was applied to 30 second year secondary school Chilean students, and complemented with semi-structured interviews to three students of the sample. Results showed that, at the local level of comprehension, one-correspondence structural metaphors and image metaphors facilitated comprehension. However, at the global level, no evidence of better comprehension in text with metaphors was found. These findings help to assess the effectiveness of conceptual metaphor in specialized knowledge comprehension, and can inform the design of popularization texts with didactic purposes.

Keywords: conceptual metaphor - written comprehension - science popularization - biology didactics - metaphoric expressions

1. Introducción

La Teoría de la Metáfora Conceptual (Lakoff & Johnson, 1980, 1999) propone que el sistema cognitivo del ser humano es de naturaleza metafórica; por consiguiente, la manera en que pensamos, experimentamos y actuamos responde a conceptualizaciones metafóricas. La relevancia de las metáforas recae en que permiten comprender un dominio conceptual abstracto en términos de otro generalmente más concreto y cercano a la experiencia. Este fenómeno universal tiene su reflejo en el uso de la lengua a través de las expresiones metafóricas que son una muestra de cómo se estructura nuestro sistema conceptual.

Los textos de divulgación científica tienen el propósito de acercar los saberes especializados a quienes desconocen un campo disciplinar. Esto conlleva, entre otras transformaciones, una reelaboración de la red conceptual del conocimiento científico por medio de la inclusión de vínculos entre nodos científicos y nodos provenientes del discurso general, proceso que se considera favorece la comprensión del lego (Alcibar, 2004; Muñoz, 2010). En este proceso de reformulación las metáforas se erigen como una estrategia frecuente, pues posibilitan el establecimiento de relaciones entre el lenguaje científico y el mundo ordinario, y permiten a los divulgadores hacer más comprensibles los hallazgos científicos a un público no especializado.

Si bien las metáforas han sido consideradas fundamentales en la construcción y

divulgación de la ciencia por su potencial comunicativo (Alcíbar, 2000; Cassany, López & Martí, 2000; Ciapuscio, 2011; Muñoz, 2010), aún quedan interrogantes sobre su eficacia en la comprensión de conceptos, teorías o avances científicos y tecnológicos. Dichas dudas se generan debido a que la mayoría de las investigaciones en el ámbito de la Lingüística se han centrado, principalmente, en la identificación de metáforas en distintos dominios disciplinares y no en evaluar su eficacia como estrategia divulgativa (Ciapuscio, 2013; Crespo Fernández, 2008; Hernández, 2004; Huelva, Machado, Silva & Lopes, 2011; Ramos, 2015; Santibáñez, 2009; Soriano, 2003; Volanschi & Kübler, 2011). Con la finalidad de explorar este vacío investigativo, el objetivo general de esta investigación fue describir la incidencia de las metáforas en la comprensión de textos escritos de divulgación del área de Biología en estudiantes chilenos de segundo año de enseñanza media.

Se llevó a cabo un estudio mixto dividido en dos etapas. En la primera fase, se realizó una prueba de comprensión de textos de divulgación sobre Biología a 30 estudiantes de segundo año medio de un colegio de Valparaíso (Chile), a través del cual se midió el nivel de comprensión lectora en textos divulgativos sin y con metáforas. En la segunda fase, se realizó una entrevista retrospectiva a 3 alumnos de la muestra inicial con el propósito de conocer la influencia las expresiones metafóricas en la recuperación y en la comunicabilidad de lo comprendido (Parodi, 2014).

Tras esta introducción, se presenta el marco teórico donde se caracteriza el discurso de divulgación (apartado 2) y el papel de la metáfora en el discurso científico (ap. 3). A continuación, en el marco metodológico (ap. 4), se detalla el diseño y aplicación de los instrumentos de recolección de datos y se describen los sujetos de estudio. Posteriormente, se discuten los resultados obtenidos (ap. 5) y, en las conclusiones, se sintetizan los hallazgos y se presentan las limitaciones y proyecciones del estudio.

2. La divulgación científica

El término *divulgación* se define como vulgarización o popularización de un saber especializado (Belenguer, 2006; Galán, 2003). Esta práctica se ha descrito como una tarea de transcodificación, traducción o interpretación entre registros diferentes de un mismo idioma, a saber, el especializado y el general (Blanco, 2004). Sin embargo, desde una perspectiva discursivo-pragmática, la divulgación se concibe como una recontextualización de un conocimiento formulado previamente en contextos altamente especializados a una nueva situación comunicativa para una audiencia heterogénea y masiva (Calsamiglia, 1997; 2000; Cassany, López & Martí, 2000; Ciapuscio, 2000; Seguí, Poza & Mulet, 2015). Esto implica una reelaboración creativa de textos previos que debe superar los obstáculos terminológicos y otros que se dan en distintos niveles lingüísticos (Blanco, 2004; Ciapuscio, 1997).

La divulgación de la ciencia ha permitido superar esta barrera comunicativa a través de la difusión del conocimiento científico por medio de una variedad de configuraciones discursivas accesibles e inteligibles para la población. Ante ello, la expresión y comprensión pública de la ciencia ha sido considerada en las últimas décadas como un valor intrínseco de las sociedades democráticas (Cáceres & Ribas, 1996). En efecto, la divulgación es esencial en la sociedad de conocimiento, pues se necesitan conocer los avances y desarrollos científico-tecnológicos que afectan directamente a la vida cotidiana (Bengtsson, 2012).

2.1 Estrategias de divulgación de la ciencia

El principal objetivo del divulgador es expresar el conocimiento elaborado en un área científica —con sistemas conceptuales preestablecidos, alta densidad terminológica, nominalización, despersonalización— en ámbitos sociales más amplios, utilizando recursos lingüísticos que lo hagan accesible. Ciapuscio (1997; 2001), quien califica este proceso como *reformulación global*, identifica tres estrategias principales: expansión, reducción y variación. En la primera, se incluyen en el texto reformulado elementos de tipo informativo y/o emotivo que no se presentan en el fuente; la segunda puede implicar la supresión de información no tan relevante o la síntesis de contenido en el texto divulgativo; la variación, por su parte, “señala los cambios o desplazamientos que tienen lugar desde la fuente a la divulgación en la presentación de la información, en el léxico, en la modalidad enunciativa y en otros aspectos lingüísticos” (Ciapuscio 1997, p. 23). Cassany, López y Martí (2000) plantean que los sistemas conceptuales especializados, representados por elementos verbales o no verbales, deben ser reelaborados por medio de otros procedimientos lingüísticos. Este proceso de reelaboración de la red conceptual implica la reducción de las conexiones entre nudos y la inclusión de conceptos especializados y no especializados. Así, la red original se recontextualiza para poder captar lo esencial del contenido disciplinar y hacerlo accesible a interlocutores amplios, de modo que se logre pasar de un estado de conocimiento nulo o vago a uno superior.

3. La metáfora en la ciencia

Hoy en día, el carácter social de la ciencia es incuestionable, al tratarse de una práctica situada en un contexto histórico y geográfico, que se genera y circula en una comunidad disciplinar con convenciones sociodiscursivas específicas (Hyland, 2005; Salas, 2015). A pesar de que el saber científico persigue la objetividad, este está permeado por ideologías dominantes, creencias individuales, relaciones de poder, etc. (Alonso & Manassero, 1999). Asimismo, la ciencia posee una naturaleza cultural y discursiva, ya que su conocimiento es una interpretación de la naturaleza por parte de una comunidad humana, en la cual se utiliza como herramienta primordial el lenguaje (Cassany, López & Martí, 2000). Desde esta perspectiva epistemológica, y como consecuencia del giro cognitivo en el estudio de la metáfora, el papel de la metáfora en la ciencia ha cobrado un interés creciente, ya que no se considera un artefacto estético sino un motor de producción y difusión del conocimiento científico.

De acuerdo con su función, se han identificado dos tipos de metáforas en el discurso altamente especializado y divulgativo: explicativas y constitutivas (Boyd, 1993; Klamer & Leonard, 1994; Knudsen, 2003). Las metáforas explicativas poseen un carácter pedagógico, pues facilitan el acceso a conceptos especializados o teorías científicas mediante la comprensión de una entidad desconocida en términos de otra conocida o cercana a la experiencia. Ejemplo de esto es la descripción de los “átomos” como un “sistema solar pequeño” (Boyd, 1993). Estas metáforas se consideran circunstanciales, ya que se pueden agotar al cumplir con su propósito explicativo, pero son fundamentales en el proceso de andamiaje teórico y consolidación de un paradigma. Por su parte, las metáforas constitutivas son esenciales en el ámbito científico, porque estructuran el conocimiento de acuerdo con los cánones específicos de un paradigma. Por ejemplo, el dominio económico es entendido como una entidad mecánica que es regulada por fuerzas individuales que la mantienen equilibrada (Klamer & Leonard, 1994), lo cual se refleja en expresiones como *balance de fuerzas* o *inflación*. Las metáforas constitutivas se fijan en el uso del lenguaje y se enriquecen a través de él, pues entregan la posibilidad

de ampliar las relaciones entre los dominios meta y fuente o bien modificarlas radicalmente y producir un cambio de paradigma.

3.1 Investigaciones sobre comprensión de metáforas

La investigación sobre comprensión de metáforas se ha enfocado en la evaluación del procesamiento de diferentes tipos de metáforas en relación con la edad y/o el grado escolar y en el estudio por la prevalencia de los tipos de expresiones, neutras versus metafóricas. Osorio (2002) realizó un estudio experimental en estudiantes universitarios con el objeto de caracterizar dos productos de la comprensión: el recuerdo de textos metafóricos y la selección de paráfrasis. En primer lugar, comprueba que el concepto fuente incluido en la organización de un texto, guía la recuperación de la información y facilita la reproducción escrita de la misma, incluso cuando a los sujetos de estudio se les presenta un texto que articula dos metáforas competidoras. En segundo lugar, detecta, a partir de un ejercicio de selección de paráfrasis, una homogeneidad en la preferencia por expresiones metafóricas y literales. Sin embargo, se reconoce una pequeña prevalencia por las expresiones neutras.

Las investigaciones de comprensión de metáforas con sujetos de educación primaria han mostrado que esta habilidad mejora progresivamente con la edad (Kogan & Chadrow, 1986; Johnson & Pascual-Leone, 1989). Ripoll y Aguado (2007) comprobaron, en un estudio con sujetos de 2° y 4° de primaria de España, que si bien no se aprecia una dificultad progresiva en la comprensión de tres tipos de metáforas evaluadas (perceptivas, relacionales y psicológicas), sí es sustancialmente mejor la comprensión de las metáforas en sujetos de 4° de primaria que en los de 2°. Por otro lado, Calderón, Maldonado y Soto (2014) realizaron un estudio comparativo sobre adivinanzas de tipo metafórico en dos entornos escolares de México en estudiantes de 2°, 4° y 6° de primaria. Los resultados permiten afirmar, nuevamente, que la capacidad para comprender metáforas se desarrolla con la edad y con el grado escolar. Así, los grupos de ambos contextos educativos exhiben un patrón evolutivo en la comprensión de metáforas.

4. Metodología

Se diseñó un estudio mixto explicativo secuencial (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) constituido por dos fases fuera de línea. En la primera fase se realizó una prueba de comprensión lectora a 30 estudiantes de un colegio subvencionado de Valparaíso, Chile. Esta evaluación contenía 4 textos de divulgación con 4 preguntas de alternativa cada uno (anexo 1). La prueba presentaba, de manera alternada, dos textos con presencia de expresiones metafóricas y dos con ausencia de ellas. La segunda fase consistió en una entrevista retrospectiva (Dörnyei, 2007), realizada a tres sujetos de la muestra inicial. Los objetivos de la investigación fueron los siguientes: 1) identificar si las metáforas facilitan la comprensión de textos escritos de divulgación del área de biología; 2) identificar si las expresiones metafóricas en dichos textos favorecen la construcción de la microestructura y macroestructura; 3) describir la influencia de las expresiones metafóricas en la recuperación y en la comunicabilidad de lo comprendido.

4.1 Prueba de comprensión de textos escritos

La prueba de comprensión está constituida por cuatro fragmentos de textos de divulgación sobre evolución, genética, ecología y etología¹ (anexo 2). Cada texto

contiene 4 preguntas de selección múltiple con 4 alternativas. Los 4 fragmentos, que originalmente tenían expresiones metafóricas, fueron manipulados con el objeto de reemplazar la metáfora por otro tipo de estrategia divulgativa, específicamente paráfrasis y/o léxico especializado. La paráfrasis se define como un enunciado donde se explica el contenido especializado declarado por la expresión metafórica mediante una expresión literal, y el léxico especializado implica la inclusión de un término de la disciplina no metafórico.

Para realizar dicha transformación se solicitó la colaboración a dos docentes de Biología de educación media.² Como se aprecia en la Tabla 1, en el primer fragmento se sustituyó la expresión “enorme familia” por “población ecológica” y “madre” por “insecto reina”, ya que la metáfora que se desarrollaba a lo largo del texto era LOS INSECTOS GREGARIOS SON UNA ENORME FAMILIA. En algunos casos las expresiones metafóricas no pudieron ser reemplazadas porque formaban parte de las metáforas constitutivas de la disciplina, por ejemplo, “reina” y “obreras”. Finalmente, se crearon dos modelos de prueba (A y B) con 2 textos con metáforas y 2 textoides sin metáforas cada uno, de tal manera que los que se presentaban en el modelo A con expresiones metafóricas, en el B se presentaban sin ellas.

Tabla 1. Proceso de sustitución de metáforas en los textos

Fragmento original con expresiones metafóricas	Fragmento modificado
Una colonia de insectos gregarios es una enorme familia , y, generalmente, todos descienden de la misma madre .	Una colonia de insectos gregarios es una población ecológica, y, generalmente, todos descienden del mismo insecto reina.
Es constantemente atendida por las obreras, que la cuidan, alimentan y transportan su incesante flujo de huevos hasta las guarderías comunales .	Las obreras la cuidan, alimentan y transportan su incesante flujo de huevos hasta el lugar donde estos son criados.
El ADN está deletreado en unas larguísimas “cintas” de datos en espiral denominadas “cromosomas”.	El ADN consiste en larguísimas cadenas de nucleótidos en forma de hélice que pueden enrollarse y formar unas estructuras denominadas “cromosomas”.

Las preguntas de selección múltiple fueron elaboradas por las investigadoras en colaboración con el especialista en Biología. Estas estaban enfocadas en el contenido que se transmitía a través de las metáforas. Para cada interrogante se cauteló que todas las alternativas tuvieran sentido completo y fueran similares en extensión y complejidad.

Por otro lado, es fundamental destacar que algunas preguntas requerían de la generación de coherencia local y otras de coherencia global (van Dijk & Kintsch, 1983). El establecimiento de la coherencia local se relaciona con la construcción de la microestructura textual, es decir, con la formación de cadenas proposicionales a partir del establecimiento de relaciones semánticas entre oraciones adyacentes. Por su parte, el establecimiento de la coherencia global está ligado a la construcción de la macroestructura. En este nivel se relacionan las (macro) proposiciones, lo que genera una representación general del contenido textual.

El instrumento fue sometido a validación por un grupo de 4 especialistas en biología y 4 en lingüística, quienes corroboraron la validez de contenido y de constructo del instrumento (Escobar & Cuervo, 2008). En específico realizaron sugerencias de homogeneización de las respuestas de alternativa múltiple y algunas correcciones terminológicas. También se realizó el pilotaje de la prueba de comprensión con 30 estudiantes del mismo nivel educativo de la muestra de estudio. Este proceso ratificó la inteligibilidad del instrumento, la adecuación de los textos al nivel educativo y los tiempos de duración de la evaluación.

4.2 Entrevista retrospectiva

La entrevista retrospectiva semiestructurada se realizó con el objeto de describir la influencia de las expresiones metafóricas en la recuperación y en la comunicabilidad de lo comprendido. El propósito de esta entrevista fue obtener información sobre procesos mentales no observados, a partir del recuerdo estimulado de la tarea de lectura realizada durante el día anterior (Dörnyei, 2007).

Al comienzo se incluyeron preguntas que generaran un clima de confianza entre la entrevistadora y el entrevistado (ver Tabla 2). Posteriormente, se realizaron interrogantes de contenido que permitieran evocar el recuerdo de la prueba de comprensión. A medida que respondían, se iban generando preguntas de sondeo con el propósito de profundizar en algunos temas. Por último, se realizaron interrogantes de cierre para que el estudiante tuviese su último turno de habla.

Tabla 2. Tipos de preguntas en la entrevista retrospectiva

Iniciales	¿Cómo estás?, ¿qué tal la finalización de año escolar?
De contenido	¿Qué aspectos generales recuerdas de la evaluación?, ¿de qué trataban los textos de la prueba?
De sondeo	Has mencionado en varias ocasiones el texto de los insectos ¿qué elementos de él te llamaron la atención?
De cierre	¿Te gustaría agregar alguna información acerca de la evaluación?

4.3 Participantes

Para la prueba de comprensión, la muestra estuvo constituida por 30 estudiantes de segundo año medio (16 años) de un establecimiento particular subvencionado de Valparaíso, Chile. Los sujetos están inmersos en un contexto de aprendizaje formal y, por tanto, poseen conocimiento especializado de Biología en un nivel inicial, dado que esta asignatura se imparte desde primero medio. Por otro lado, la muestra de la entrevista estuvo constituida por 3 de los estudiantes que participaron en la prueba de comprensión, seleccionados de acuerdo con su rendimiento en la evaluación (mejor puntaje, puntaje aprobatorio y puntaje reprobatorio). Sin embargo, el estudiante con puntaje reprobatorio se negó a participar, por lo tanto, se solicitó la colaboración a un voluntario.

4.4 Aplicación de los instrumentos

La aplicación de la prueba de comprensión se llevó a cabo durante la clase de Lenguaje y Comunicación. La docente de la asignatura, en compañía de una de las investigadoras,

fue la encargada de distribuir los modelos de prueba y de explicar el instrumento a los estudiantes. Las entrevistas se realizaron el día posterior para garantizar que los participantes pudieran recuperar información relevante sobre la prueba. Para resguardar los procedimientos éticos, se pidió autorización con antelación a los directivos del colegio y se hizo firmar un consentimiento informado a los estudiantes.

5. Resultados

5.1 Porcentajes generales de logro

En este apartado se describen, en primer lugar, el porcentaje de logro general del grupo que rindió el modelo de prueba A y B; en segundo lugar, el porcentaje de respuestas correctas obtenidas por texto; y en tercer lugar, los porcentajes obtenidos en las preguntas que medían coherencia local y global.

Tabla 3. Porcentaje de logro general de los sujetos de estudio en la prueba de comprensión de textos escritos divulgativos (modelo A y B).

Porcentaje de logro general			
75,62%			
Modelo A		Modelo B	
74,58%		76,66%	
Textos con metáforas	Textos sin metáforas	Textos con metáforas	Textos sin metáforas
81,66%	67,5%	67,5%	85,83%

Como se observa en la Tabla 3, el porcentaje de logro general de la prueba fue de un 75,62%. Evaluamos este desempeño como satisfactorio, lo que advierte que en general no hubo mayor dificultad frente a las lecturas. Por otro lado, el porcentaje de logro de los 15 estudiantes que rindieron el modelo de prueba A fue de 74,58% frente a 76,66% para el modelo B.

Si se compara el porcentaje de logro obtenido en los textos auténticos con metáforas y en su reformulación sin metáforas en ambos modelos de prueba, se aprecia que el porcentaje de logro alcanzado en el modelo de prueba A fue de un 81,66% en los textos con metáforas y de un 67,5% en los textos sin ellas. Por consiguiente, en el primer modelo el porcentaje de respuestas correctas fue superior en los textos con expresiones metafóricas. Sin embargo, dicha situación se invierte en el modelo B, pues el porcentaje de logro en los textos con metáforas fue de un 67,5% frente a un 85,83% en los textos sin metáforas. Tras aplicar la prueba estadística no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon ($Z=126.0$, $p=0.650$)³, se confirma que no hubo diferencia estadísticamente significativa en el nivel de comprensión de textos con y sin metáforas.

En la Tabla 4 se muestran las medidas de tendencia central de los puntajes obtenidos en los textos con y sin metáforas.

Respecto de los datos descriptivos, 22 puntajes de los textos con metáforas están por sobre la media aritmética. De ellos, 14 pertenecen a sujetos que rindieron el modelo de prueba A y 8 a quienes rindieron el modelo B. Dicho dato corrobora el porcentaje de logro general del 81,66%, obtenido en la lectura de textos con metáforas de la prueba A.

En la lectura de los textoides, 15 puntajes están por sobre la media y 15 por debajo. 11 de los más bajos pertenecen al modelo de prueba A y solo 4 al modelo de evaluación B. Con respecto a los que están por sobre la media aritmética, 11 corresponden al modelo B y 4 al modelo A. En consecuencia, también se ratifica, parcialmente, el porcentaje general de un 85,83% obtenido en la lectura de los textos sin metáforas en el modelo de prueba B. Dicha cifra se corrobora parcialmente porque en ella se considera a dos de los puntajes más altos de la muestra (sujeto N°28 y N°30), situación que genera un incremento en el logro general. Lo mismo ocurre con el porcentaje de logro general de la lectura de los textos sin metáforas del modelo de prueba A (67,5%), pues de él forman parte dos estudiantes que obtuvieron el puntaje más bajo de la muestra (sujeto N°1 y N°3). Respecto de la desviación estándar, en los textos auténticos con metáforas esta fue de 1,559 y la de los textoides sin metáforas de 1,416. Por lo tanto, la dispersión de los datos de ambas muestras no es significativamente diferente.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos

Textos	Media	Desviación estándar	Error estándar
Textos con metáforas	5,967	1,586	0.290
Textos sin metáforas	6,167	1,440	0.263

Ahora bien, si se tiene en cuenta el diseño implementado en la evaluación, aquellos textos que en el modelo A presentaban expresiones metafóricas —textos auténticos— en el modelo B eran presentados en su forma reformulada —textoides— sin dichas expresiones. Por lo tanto, una posible explicación sería que en la comprensión lectora de los textos de ambas pruebas no incidió tanto la presencia de metáforas, sino más bien las características de los textos y el nivel de complejidad de las temáticas abordadas en ellos. Analizamos esto con más detalle en el siguiente apartado.

5.1.2 Análisis de logro por texto

A continuación, se analiza el porcentaje de respuestas correctas obtenidas por texto, en su forma original y reformulada.

Tabla 5. Porcentaje de logro obtenido en la versión original y reformulada de cada texto

Texto	Texto original con metáforas	Texto reformulado sin metáforas
N°1 “El ADN”	85,00%	83,33%
N°2 “Evolución”	70,00%	68,33%
N°3 “La alarma de las abejas”	78,33%	88,33%
N°4 “Los insectos gregarios”	65,00%	66,66%

En el texto N°1 está presente la metáfora EL ADN ES INFORMACIÓN, que se refleja con expresiones lingüísticas como “el ADN es la información genética que todas las criaturas vivas acarrearán en cada una de sus células”. Esta metáfora se desdobra en otras dos sub-metáforas, el ADN ES UN SOFTWARE (Temmerman, 2000), que se refleja en la oración “estos cromosomas son algo parecido a las cintas de datos que usábamos en

los ordenadores antiguos, porque la información que acarrear es digital y se guarda en orden secuencial”, y que pone de relieve cómo la información se almacena y puede replicarse (Palma, 2008). La otra sub-metáfora es EL ADN ES UN LENGUAJE, puesto que la información genética se expresa en un lenguaje formado por 4 letras o bases nitrogenadas (A, T, C y G). Esta metáfora está visible en las expresiones: “cadenas de “letras” de código que podemos contar: cada letra está o no está” o “el alfabeto solo tiene cuatro letras entre las que elegir (a diferencia de las 26 letras del alfabeto inglés), y las escribimos como A, T, C y G”. Los resultados de nuestro estudio muestran que no hubo una diferencia sustancial en el porcentaje de logro de comprensión del texto auténtico y de su reformulación, ya que fue alto en ambos casos (85% y 83,33%). Estos resultados se podrían atribuir al conocimiento previo de los estudiantes sobre genética, pues este contenido se aborda en primero medio (Mineduc, 2016) y se profundiza en la unidad 3 “Genética” del segundo año medio. Por lo tanto, cuando los estudiantes rindieron esta evaluación, efectivamente, poseían conocimiento especializado sobre el tema.

En el texto N°3 la temática abordada también era conocida por los estudiantes, pues la etología corresponde a un eje temático trabajado durante primer año medio (Mineduc, 2016). Por lo tanto, el conocimiento previo del grupo curso con respecto a las interacciones biológicas entre especies podría haber posibilitado una mejor comprensión del texto y, por ende, un mayor número de respuestas correctas. Sin, embargo, el rendimiento fue mejor en los textos sin metáforas (88,33% frente a 78,33%).

Para explicar esta diferencia porcentual del 10%, se debe considerar al grupo de sujetos que trabajó con el texto original y el tipo de metáfora presente. Los estudiantes que rindieron el modelo A, en la que este texto aparecía en su versión original con metáforas, no solo obtuvieron un rendimiento más bajo en esta categoría (78,33%) sino también a nivel general (ver tabla 4). Por consiguiente, el desempeño del grupo puede haber incidido en el descenso de estos resultados. La metáfora del texto auténtico N°3 correspondía a LA SUPERVIVENCIA ES UNA GUERRA, expresada por medio de frases como “evitar ataques advirtiendo al resto de individuos” y “las abejas que custodiaban la colmena”. Tal parece que, en este contexto, el dominio conceptual GUERRA no posibilitó la generación de asociaciones e inferencias entre dicho dominio y SUPERVIVENCIA (Rivano, 1997). Por otro lado, en el texto modificado las expresiones metafóricas fueron remplazadas por terminología de la etología que podría ser familiar para los estudiantes como “cuenta con *exo esqueletos* resistentes” y “una posible *predación*”.

Los textos en que los sujetos obtuvieron un porcentaje de logro general más bajo fueron el N°2 y N°4. Ambos forman parte del libro “El gen egoísta” de Richard Dawkins, sobre evolución y ecología. Por un lado, en el texto N°2 se desarrolla la famosa metáfora del “gen egoísta”, en la que se traslada un dominio de las ciencias sociales aplicado al ser humano, el egoísmo, hacia la secuencia biológica de los genes. A partir de esa analogía, se trata de explicar que los genes actúan en el medio a favor de sus propios intereses egoístas con el propósito de preservarse. Esta metáfora genera la expresión lingüística “programados a ciegas con el fin de preservar las egoístas moléculas conocidas con el nombre de genes”. Por otro lado, en el texto N°4 se desarrolla la metáfora LOS INSECTOS GREGARIOS SON UNA ENORME FAMILIA, familia que se caracteriza por presentar una jerarquía bien establecida, en la que la “madre” solo procrea y las obreras realizan todo el resto de los trabajos por ella y para ella. Dicho apareamiento conceptual genera las siguientes expresiones metafóricas: “Una colonia de insectos gregarios es una enorme familia, y, generalmente, todos descienden de la misma madre”, o “en las

sociedades más avanzadas, los reproductores no trabajan”.

Pese a la inclusión de dichas metáforas, el porcentaje de logro en la comprensión de estos textos fueron los siguientes: en el N°2 un 70% en la versión con metáforas y un 68,33% en la versión sin metáforas y en el N°4 un 65,00% y un 66,00%, respectivamente. El bajo rendimiento general en la comprensión de estos textos se puede atribuir a una mayor especialización en la obra de Dawkins, dada la amplia audiencia a quien va destinada (tanto para especialistas como para estudiantes); o a un menor grado de conocimiento previo sobre evolución y ecología por parte de la muestra. Por otro lado, la diferencia en los porcentajes de logro entre las versiones auténticas con metáforas y reformuladas sin metáforas fue mínima. En el caso del N°2, el texto auténtico obtuvo un 1,67% más de porcentaje de logro que el textoide; y en el texto N°4 el textoide obtuvo un 1% más de porcentaje de logro que el original.

En síntesis, si analizamos estos resultados a la luz de la primera pregunta de esta investigación, a saber, si las expresiones metafóricas facilitan la comprensión de textos escritos de divulgación del área de Biología, según los datos obtenidos, la presencia de metáforas no facilitó la comprensión de los textos, pues los porcentajes superiores de respuestas correctas se concentraron en los mismos escritos, tanto en su versión auténtica como reformulada.

5.1.3 Las metáforas y el establecimiento de la coherencia local y global

En esta investigación se planteó como pregunta específica si las expresiones metafóricas favorecen el establecimiento de la coherencia global y/o local. En el cuestionario se incluyeron preguntas enfocadas a la construcción de la macroestructura (por ej. ¿Con qué propósito se utiliza actualmente la comparación del ADN?) y de la microestructura textual (por ejemplo ¿Cómo es la estructura de los cromosomas?). En la tabla 6 se exponen los porcentajes de logro obtenidos a nivel de comprensión local y global en cada uno de los textos con metáforas y sin metáforas.

De acuerdo con los datos, en el texto N°1 y N°4 el porcentaje de logro de la coherencia local fue más elevado en los textos con metáforas. En el N°1, la expresión metafórica que facilitó la comprensión local fue “la cinta de datos” y la metáfora EL ADN ES UN LENGUAJE. Por su parte, en el texto N°4 la metáfora de la familia resultó funcional para describir el rol de la reina dentro de la colonia. Cabe destacar que tanto en el texto N°1 como en el N°4 sucede lo contrario con la coherencia global, pues el mayor porcentaje de respuestas correctas que miden la comprensión de la macroestructura se logra en la versión sin metáforas.

En el texto N°2 las metáforas no incidieron mayormente, pues tanto en el texto auténtico como en su reformulación se obtuvo un 76,66% en las preguntas de coherencia local. Lo mismo ocurre con la generación de coherencia global, considerando que la diferencia entre el texto auténtico y el textoide es de un 3%. Por su parte, el escrito N°3 es el único en que se observan mayores porcentajes de logro a nivel global en ambas versiones.

En síntesis, a nivel general la presencia de metáforas parece haber favorecido más la construcción de microestructura en los textos de la prueba. Por lo tanto, se puede concluir que los estudiantes alcanzaron el nivel de comprensión de base textual, es decir, lograron construir una cadena proposicional a partir del establecimiento de diversas relaciones semánticas a nivel local en ambas versiones de los textos (con y sin

metáforas).

Tabla 6. Porcentaje de logro obtenido a nivel de comprensión local y global

Texto N°1 “El ADN”	Con metáforas	Local	96,66%
		Global	73,33%
	Sin metáforas	Local	86,66%
		Global	80,00%
Texto N°2 “Evolución”	Con metáforas	Local	76,66%
		Global	63,33%
	Sin metáforas	Local	76,66%
		Global	60,00%
Texto N°3 “La alarma de las abejas”	Con metáforas	Local	75,55%
		Global	86,66%
	Sin metáforas	Local	91,11%
		Global	80,00%
Texto N°4 “Los insectos gregarios”	Con metáforas	Local	80,00%
		Global	60,00%
	Sin metáforas	Local	73,33%
		Global	64,44%

5.2 Las expresiones metafóricas en la recuperación y comunicabilidad de lo comprendido

Esta segunda fase de análisis tiene como objetivo describir la influencia de las expresiones metafóricas en la recuperación y en la comunicabilidad de lo comprendido. Para ello, se presentan en la tabla 7 los resultados de la entrevista retrospectiva realizada a 3 estudiantes.

En la entrevista se realizaron preguntas destinadas a evocar el recuerdo de los contenidos de los textos y preguntas de sondeo para profundizar temas tratados por el entrevistado. El primer entrevistado mencionó, del texto N°1, que el ADN está construido en espiral y que “sirve para determinar la relación entre otras especies”. Resulta interesante apuntar que, aun cuando leyó la versión sin metáforas, utilizó la expresión metafórica de la espiral para explicar la estructura del cromosoma. Lo anterior se le atribuye al carácter constitutivo de dicha metáfora para el área de la genética y, por consiguiente, a su uso recurrente y ya convencionalizado en la enseñanza de la asignatura de biología (Hanks, 2006; Volanschi & Kübler, 2011). Del texto con metáforas N°4 explicita que “[...] hay insectos que son reproductores y los otros que tienen la labor de obrera”. A propósito de ello, menciona que “las reproductoras son denominadas reinas”. Estas citas reflejan que el estudiante no solo rememoró la metáfora LOS INSECTOS GREGARIOS SON UNA GRAN FAMILIA, sino que también construyó su relato a partir del contenido metafórico. Otro episodio interesante surge cuando se le pregunta a qué tipo de organizaciones se asemeja la de los insectos gregarios, a lo que responde: “cargos jerárquicos [...] yo creo que el mundo en general, porque uno trabaja para alguien y hay otros que trabajan para nosotros”. En este relato se refleja que comprendió la metáfora

contenida en el texto y que pudo alcanzar el nivel más profundo de comprensión del texto leído, pues utilizó el conocimiento adquirido a partir del texto en situaciones novedosas y diversas (Parodi, 2014).

Tabla 7. Síntesis de resultados entrevista retrospectiva

Sujeto	Modelo de prueba	Textos con metáforas	Textos sin metáforas	% de logro	Síntesis de resultados
1	B	N°2 y N°4	N°1 y N°3	93,7%	Rememora, en primer lugar, el texto N°1. Recuerda parcialmente el contenido proposicional de los textos N°1, N°2 y N°3 y alcanza el nivel más profundo de comprensión en la lectura del N°4.
2	A	N°1 y N°3	N°2 y N°4	56,2%	Recuerda primero el texto N°3. De él solo recupera el contenido proposicional. Del texto N°1 y N°4 solo rememora palabras y frases literales del código de superficie.
3	B	N°2 y N°4	N°1 y N°3	93,7%	Recuerda, en primer lugar, el texto N°1. De este logró construir la representación global del texto y comunicar lo comprendido. Posteriormente, rememora los textos N°2 y N°3, estableciendo la coherencia local y global. En consecuencia, alcanza el nivel más complejo de comprensión.

Por otro lado, indicó que el texto N°2 le generó más problemas, ya que el lenguaje era muy especializado, en comparación con el texto N°1 que poseía un lenguaje “literal”. Así, el entrevistado asocia la dificultad del texto N°2 a la presencia de terminología específica, a pesar de que se trata de la versión con metáforas. A partir de su descripción, se podría inferir que las expresiones metafóricas del escrito (“máquinas de supervivencia”, “vehículos autómatas”, “guerra química”) no resultaron concretas y cercanas a su experiencia y, por tanto, no posibilitaron una mejor comprensión del texto.

Por su parte, el segundo entrevistado rememoró primero el texto N°3 con metáforas al comentar que las abejas “usaban [...] una fórmula de alarma para poder sobrevivir ante los depredadores”. En ello, se refleja la utilización de la expresión metafórica “alarma” para referirse a la vibración emitida por las abejas para avisar del peligro. Cuando se le preguntó por el avisón asiático, el sujeto recuerda sus características literales “sus garras tenían veneno, fuertes mandíbulas y eran grandes”, pero no menciona la expresión metafórica “armadura protectora”. En relación con los textos N°1 y N°4, solo recuerda palabras y frases del código de superficie literales. Por ejemplo, del N°4 declara que “algunas eran las obreras que estaban encargadas de reproducirse y de tener alimento”. En seguida, se le pregunta con qué organización podría comparar la relación entre obreras y reinas y menciona la relación entre “los alumnos y la profesora”.

Finalmente, el tercer entrevistado logró recordar, en primer lugar, el texto N°1 sobre el

ADN y los genes. Declara que el texto “preguntaba para qué sirve comparar el ADN en la actualidad”, a lo que añade que “sirve para relacionar los antepasados con la genética”, concluyendo que “nosotros tenemos relación con los monos”. Asimismo, recuerda la estructura de los cromosomas al declarar que eran “como espiral o unas cadenas largas de espirales largos”. La utilización de dicha expresión metafórica es relevante, ya que en su texto se explicaba de forma literal la estructura de los cromosomas (textoide N°1), sin embargo, recurre a su conocimiento previo de carácter metafórico para explicar el contenido.

Posteriormente, recuerda el textoide N°3 e indica que este trataba de la relación entre depredadores y sus presas al mencionar que “era la abeja reina, y nos decía las cualidades que tenía esta abeja”. Mediante las preguntas de sondeo también logra recordar que el texto N°4 trataba sobre “la jerarquización que tenían las abejas dentro de la colmena. Unas se encargaban de cuidar a la familia, otras que eran las obreras se encargaban de alimentar a las otras abejas. Las otras eran las abejas reinas, que ellas eran el líder de la colmena”. Seguidamente, se le pregunta con qué organización podría comparar el sistema jerárquico de los insectos gregarios y dice que se asemeja a un “equipo de fútbol o a una familia tradicional”. Así, en su relato recurre a expresiones metafóricas para explicar el contenido. Cuando se le pregunta por el texto N°2 declara que “eran seres vivos simples y básicos, que se caracterizaban por alimentarse de las bacterias que estaban en el medio exterior... y al paso del tiempo, los seres vivos se empezaron a adaptar al medio ambiente [...]”.

En síntesis, los tres entrevistados evocaron el texto N°1 sobre “El ADN” en el inicio de la entrevista. Dos de ellos rindieron el modelo B con la versión sin metáforas y uno el modelo A con metáforas. Este hallazgo es consistente con los resultados de la prueba de comprensión, ya que fue el que mayor porcentaje de logro general obtuvo (ver tabla 5). Por consiguiente, se interpreta que la metáfora EL ADN ES UN LENGUAJE es constitutiva de la disciplina, y parece estar integrada en el conocimiento previo de los estudiantes. Asimismo, llama la atención el potencial de la metáfora LOS INSECTOS GREGARIOS SON UNA GRAN FAMILIA, pues en los tres casos logran vincularlo con su conocimiento previo a través de la comparación con otras organizaciones, aun cuando el segundo entrevistado leyó la versión sin metáforas. En conclusión, a nivel general la presencia de expresiones metafóricas no incidió en la recuperación de la información ni en la comunicabilidad de lo comprendido; nuevamente se confirma que son más bien las características de los textos, y el nivel de complejidad de las temáticas abordadas en ellos, las que inciden su nivel de comprensión.

6. Conclusiones

La metáfora es considerada una estrategia discursiva-cognitiva para acercar el conocimiento especializado a audiencias legas y en formación. Esta eficacia comunicativa se genera al utilizar el conocimiento de un dominio conceptual más cercano a la experiencia para estructurar y comprender otro más abstracto y menos especializado. Pese a ello, no ha sido suficientemente estudiada su eficacia comunicativa en la transmisión de conocimiento especializado. Esta investigación tuvo como propósito comprobar empíricamente el papel de la metáfora cognitiva en la comprensión del contenido especializado por medio de una prueba de comprensión de textos escritos y de una entrevista retrospectiva.

Los resultados obtenidos en la prueba de comprensión no nos han permitido

demostrar que la presencia de metáforas haya facilitado la comprensión de textos divulgativos por parte de los estudiantes. Los porcentajes superiores de respuestas correctas se concentraron en los mismos textos (N°1 y N°3) tanto en su versión auténtica con metáforas como reformulada sin metáforas. Por consiguiente, creemos que el conocimiento previo sobre el tema de los textos pudo ser más influyente, así como el carácter constitutivo y lexicalizado de algunas metáforas presentes en estos (Volanschi & Kübler, 2011). Pese a ello, los resultados demuestran que hubo un mejor desempeño en la generación de microestructura que de macroestructura en los escritos N°1, N°2 y N°4 con metáforas, lo cual respaldaría la eficacia divulgativa de la metáfora en el nivel de la coherencia local, específicamente de las metáforas estructurales de una correspondencia y las de imagen. Respecto de las entrevistas retrospectivas, a nivel general la presencia de metáforas incidió parcialmente en la comunicabilidad de lo comprendido, pues los entrevistados comentaron tanto el contenido proposicional de textos auténticos con metáforas como de textoides sin metáforas. No obstante, destaca la reiterada utilización de expresiones metafóricas para comunicar lo comprendido respecto del texto N°1 El ADN y el texto N°4 Los insectos gregarios.

Los resultados de este estudio no nos permiten afirmar que la metáfora facilita sustancialmente la comprensión de textos escritos con contenido especializado del área de biología. Sin embargo, se sugiere continuar investigando con muestras más amplias y con mayor control metodológico la eficacia comunicativa de dicha estrategia en la divulgación científica. Esto último se basa, fundamentalmente, en la consideración de que muchas de las metáforas presentes en esta disciplina son de carácter constitutivo, o bien se han convencionalizado con su uso recurrente e incluso han llegado a lexicalizarse (Lakoff, 2003; Hanks, 2006). Por lo tanto, es relevante controlar esta variable en la selección de textos auténticos y/o en la utilización de textoides.

Para el contexto didáctico estos hallazgos son relevantes, pues advierten que no necesariamente resulta eficaz relacionar el saber disciplinar con dominios concretos y cercanos a la experiencia a través de expresiones metafóricas. O bien, si se incluye esta estrategia se debe tener en consideración qué tipo de metáforas son más efectivas para la comprensión del apareamiento conceptual por parte del educando.

Agradecimientos y financiamiento

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto de investigación Fondecyt 1171346, financiado por la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología del Gobierno de Chile (actual ANID) por el periodo 2017-2020.

Se agradece a los expertos de Biología: Alonso Hormazábal, Héctor Morales, Paulo Moraga y Claudia Tramolao; y a los de Lingüística: Ignacio Lobos, Fernando Moncada, Gustavo Ortega y Jeannette Sepúlveda.

Referencias bibliográficas

Alcíbar, M. (2000). De agujeros, espirales inmortales y guerreros: una aproximación al estudio de la metáfora en ciencia y divulgación científica. *Revista de filología y su didáctica*, 22, 453-468.

Alcíbar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Análisi*, 27, 159-171.

- Alonso, Á. & Manassero, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 377-395.
- Belenguer, J. M. (2003). Información y divulgación científica: dos conceptos paralelos y complementarios en el periodismo científico. *Estudios sobre el mensaje periodístico*, 9, 43-53.
- Bengtsson, A. (2012). *Divulgación científica: diálogo entre mundos. Concepciones de investigadores en física sobre transmisión y adquisición de conocimiento científico por medio de textos divulgativos*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Blanco, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 70-86. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i2.01
- Boyd, R. (1993). Metaphor and theory change: what is 'metaphor' a metaphor for? En O. Andrew (Eds.), *Metaphor and Thought* (pp. 481-533). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cabré, M. T. (2002). Textos especializados y unidades de conocimiento: metodología y tipologización. En Fuentes, M. & García, J. (Eds.), *Texto, terminología y traducción*. Salamanca: Almar, 15-36.
- Cáceres, J. & Ribas, C. (1996). La sociedad opina sobre la ciencia. *Mundo científico*, 167, 347-353.
- Calderón, G., Maldonado, C. & Soto, M. (2014). Las metáforas y las adivinanzas: Estudio comparativo entre dos entornos escolares. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 12(2), 51-58. <https://doi.org/10.21500/22563202.62>
- Calsamiglia, H. (1997). Itinerarios discursivos del saber. Una necesidad, un problema, un hecho. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, 7, 9-18.
- Calsamiglia, H. (2000). *Decir la ciencia: las prácticas divulgativas en el punto de mira*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Cassany, D., López, C., & Martí, J. (2000). Divulgación del discurso científico: la transformación de redes conceptuales. Hipótesis, modelo y estrategias. *Discurso y sociedad*, 2(2), 73-103.
- Ciapuscio, G. (1997). Lingüística y divulgación de la ciencia. *Quark: ciencia, medicina, comunicación y cultura*, 7, 19-28.
- Ciapuscio, G. (2000). Hacia una tipología del discurso especializado. *Discurso y sociedad*, 2(2), 39-71.
- Ciapuscio, G. (2001). Procesos y recursos de producción textual en la divulgación de ciencia. En J. Brumme (Eds.), *La historia de los lenguajes iberorrománicos de especialidad: la divulgación de la ciencia* (pp. 17-42). Barcelona: Vervuert.

- Ciapuscio, G. (2011). De metáforas durmientes, endurecidas y nómades: un enfoque lingüístico de las metáforas en la comunicación de la ciencia. *Ciencia, pensamiento y cultural*, 187, 89-98. DOI: 10.3989/arbor.2011.747n1010
- Ciapuscio, G. (2013). Las metáforas en las cartas de lectores de revistas científicas. *Rétor*, 3(2), 168-186.
- Crespo Fernández, E. (2008). Sex-related euphemism and dysphemism: An analysis in terms of conceptual metaphor theory. *Atlantis*, 30(2), 95-110.
- Dörnyei, Z. (2007). *Research methods in applied linguistics: Quantitative, qualitative and mixed methodologies*. Oxford: Oxford University Press.
- Escobar, J. & Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36.
- Galán Rodríguez, C. (2003) La ciencia en zapatillas: Análisis del discurso de la divulgación científica. *Anuario de Estudios Filológicos*, 26, 137-156.
- Hanks, P. (2006). Metaphoricity is gradable. En A. Stefanowitsch & S. T. Gries (Eds.). *Corpus-Based Approaches to Metaphor and Metonymy* (pp. 17-35). Berlin: Mouton de Gruyter.
- Hernández, M. (2004). La metáfora política en la prensa venezolana: un estudio lingüístico cognitivo. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 20(44), 55-77. ISSN 1012-1587.
- Huelva, E., Machado, A., Silva, F. & Lopes, L. (2011). Variabilidad metafórica: dimensiones universales versus particulares de la metáfora conceptual. *Contextos*, 25, 67-74.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Hyland, K. (2005). *Metadiscourse: Exploring interaction in writing*. Londres: Continuum.
- Johnson, J. & Pascual-Leone, J. (1989). Developmental levels of processing in metaphor interpretation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 1-31. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(89\)90038-6](https://doi.org/10.1016/0022-0965(89)90038-6)
- Klamer, A. & Leonard, T. (1994). So What's an Economic Metaphor? En P.E. Mirowsky (Eds.), *Natural Images. Markets read in Tooth and Claw* (pp. 20-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Knudsen, S. (2003). Scientific metaphors going public. *Journal of Pragmatics*, 35, 1247-1263. [https://doi.org/10.1016/S0378-2166\(02\)00187-X](https://doi.org/10.1016/S0378-2166(02)00187-X)
- Kogan, N. & Chadrow, M. (1986). Children's comprehension of metaphor in the pictorial and verbal modality. *International Journal of Behavioral Development*, 9, 285-295. <https://doi.org/10.1177/016502548600900302>

- Lakoff, G. (2003). Metaphor and semantics. En W.J. Frawley (Ed.), *International Encyclopaedia of Linguistics 3* (pp. 53–54). Oxford: Oxford University Press.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to Western thought*. Nueva York: Basic Books.
- Mineduc (2016). *Programa de estudio segundo medio*. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.
- Muñoz, C. (2010). El rol de la metáfora léxica en la divulgación de la ciencia. *Tabula Rasa*, 13, 273-292.
- Osorio, J. (2002). *Comprensión de metáforas conceptuales: un estudio descriptivo y experimental*. Tesis doctoral, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Palma, H. (2008). *Metáforas y modelos científicos. El lenguaje de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Parodi, G. (2014). *Comprensión de textos escritos. La Teoría de la Comunicabilidad*. Buenos Aires: Eudeba.
- Ramos, I. (2015). El cáncer de la economía: La fraseología de las metáforas médicas periodísticas. *Opción*, 6, 721–741.
- Ripoll, J. & Aguado, G. (2007). Comprensión de metáforas y su relación con la comprensión lectora y el rendimiento escolar. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 27(2), 56-66. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(07\)70074-8](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(07)70074-8)
- Rivano, E. (1997). *Metáfora y lingüística cognitiva*. Santiago: Bravo y Allende Editores.
- Salas, M. (2015). Reflexive metadiscourse in research articles in Spanish: Variation across three disciplines (Linguistics, Economics and Medicine). *Journal of Pragmatics*, 77, 20-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pragma.2014.12.006>
- Santibáñez, C. (2009). Metáforas y argumentación: Lugar y función de las metáforas conceptuales en la actividad argumentativa. *Revista signos*, 42(70), 245-269. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342009000200005>
- Seguí, J.M., Poza, J.L. & Mulet, J.M. (2015). *Estrategias de divulgación científica*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Soriano, C. (2003). Some anger metaphors in Spanish and English. A contrastive review. *International Journal of English Studies*, 3(2), 107-122. DOI: 10.6018/ijes.3.2.48381
- Temmerman, R. (2000). *Towards new ways of terminology description: The sociocognitive-approach*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.
- Van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. Nueva York:

Academic Press.

Volanschi, A. & Kübler, N. (2011). The impact of metaphorical framing on term creation in biology. *Terminology*, 17(2), 198–223. <https://doi.org/10.1075/term.17.2.02vol>

Notas

1. Revisar textos fuente, destinatarios y niveles de especialización en el Anexo N°2.
2. Se agradece a los especialistas Héctor Morales y Paulo Moraga por ayudar en la construcción del instrumento.
3. Nivel de significación estadística $p < 0.05$

ANEXO 1: TEXTO N°1 CON METÁFORAS (AUTÉNTICO) Y SIN METÁFORAS (TEXTODE) Y PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE.

Texto N°1 Modelo A: con metáforas

Aunque apenas disponemos de fósiles que nos digan exactamente qué aspecto tenían nuestros antepasados más antiguos, no tenemos ninguna duda de que todas las criaturas vivientes son nuestros primos, y primos a su vez entre sí. Y también sabemos que animales modernos son primos más cercanos de otros (como los humanos y los chimpancés o las ratas y los ratones) y cuáles son primos más lejanos (como los humanos y los cucos, o los ratones y los cocodrilos). ¿Cómo lo sabemos? Comparándolos de forma sistemática. A día de hoy, la prueba más fiable es la comparación de su ADN. El ADN es la información genética que todas las criaturas vivas acarrean en cada una de sus células. El ADN está deletreado en unas larguísimas “cintas” de datos en espiral denominadas “cromosomas”. Estos cromosomas son algo parecido a las cintas de datos que usábamos en los ordenadores antiguos, porque la información que acarrean es digital y se guarda en orden secuencial. Están formados por largas cadenas de “letras” de código que podemos contar: cada letra está o no está; no hay término medio. Eso es lo que las convierte en digitales, y por eso digo que el ADN está deletreado. Todos los genes, de todos los animales, plantas y bacterias estudiados, son mensajes codificados que explican cómo se construye esa criatura, escritos en un alfabeto estándar. El alfabeto solo tiene cuatro letras entre las que elegir (a diferencia de las 26 letras del alfabeto inglés), y las escribimos como A, T, C y G. Los mismos genes están en distintas criaturas, con algunas diferencias relevantes.

Texto N°1 Modelo B Sin metáforas

Aunque apenas disponemos de fósiles que nos digan exactamente qué aspecto tenían nuestros antepasados más antiguos, no tenemos ninguna duda de que todas las criaturas vivientes mantienen un parentesco genético mediado por factores hereditarios. Y también sabemos que animales modernos mantienen una mayor cercanía evolutiva (como los humanos y los chimpancés o las ratas y los ratones) y cuáles apenas están emparentados genéticamente (como los humanos y los cucos, o los ratones y los cocodrilos). ¿Cómo lo sabemos? Comparándolos de forma sistemática. A día de hoy, la prueba más fiable es la comparación de su ADN. El ADN es la información genética que todas las criaturas vivas acarrean en cada una de sus células. El ADN consiste en larguísimas cadenas de nucleótidos en forma de hélice que pueden enrollarse y formar unas estructuras denominadas “cromosomas”. Estos cromosomas tienen la capacidad de conservar un tipo de estructuras codificantes denominadas genes, los cuales al ser leídos por otros ácidos nucleicos entregan la información necesaria para sintetizar biomoléculas. Estos están formados por largas cadenas de nucleótidos que podemos contar: cada nucleótido está o no está; no hay término medio. Eso es lo que convierte esta información en algo dependiente del código que conlleva cada nucleótido, y por eso digo que el ADN está codificado. Todos los genes, de todos los animales, plantas y bacterias estudiados, son secuencias genéticas que explican cómo se construye esa criatura, escritos bajo una codificación bioquímica. Este código se basa en cuatro bases nitrogenadas entre las que se puede elegir, y las escribimos como A (adenina), T (Timina), C (Citosina) y G (Guanina). Los mismos genes están en distintas criaturas, con algunas diferencias relevantes.

- 1. ¿Con qué propósito se utiliza actualmente la comparación del ADN?**
 - a) Para explicar el origen de la especie humana;
 - b) Para explicar cómo se construyen las criaturas vivas.
 - c) Para conocer las relaciones genéticas entre especies.
 - d) Para conocer el aspecto de nuestros antepasados.

- 2. ¿Cómo es la estructura de los cromosomas?**
 - a) En forma de largas cadenas o bandas en espiral.
 - b) En forma de bases nitrogenadas: A, T, C y G.
 - c) En forma de ácido desoxirribonucleico (ADN).
 - d) En forma de sustancia orgánica muerta petrificada.

- 3. ¿Qué relación existe entre la información del ADN y las bases A, T, C y G?**
 - a) A, T, C y G representan el alfabeto de los fósiles más antiguos.
 - b) A, T, C y G definen el parentesco entre los monos y los humanos.
 - c) A, T, C y G definen con su orden peculiar la existencia de un gen.
 - d) A, T, C y G definen la raza de los chimpancés y los ratones.

- 4. ¿Cuál es la definición más precisa de gen?**
 - a) Secuencia de largas bandas o cadenas de código genético.
 - b) Información necesaria para la sobrevivencia de un organismo.
 - c) Información genética albergada en las células de cada ser vivo.
 - d) Secuencia codificada que define la estructura de un organismo.

ANEXO 2: TEXTOS AUTÉNTICOS Y NIVEL DE ESPECIALIZACIÓN

Referencia texto fuente	Destinatarios	Nivel de especialización (Cabré, 2002:13)
Dawkins, R. (1993). <i>El Gen Egoísta</i> . Barcelona: Salvat Editores.	Libro divulgativo sobre la Teoría de la Evolución, dirigido a lectores no especializados y a estudiantes que pretendan especializarse en la materia. De este escrito se extrajeron dos de los textos fuentes que trataban sobre evolución y ecología.	Texto de divulgación científica medianamente especializado.
Guerrero, T. (2016). <i>La alarma de las abejas para evitar ataques de la avispa asiática</i> . El mundo. http://www.elmundo.es/ciencia/	Texto de amplia difusión extraído de la sección ciencia de “El mundo”, publicado en Madrid, España. Este escrito de etología está dirigido a un público interesado en informarse sobre hallazgos científicos contemporáneos, pero que no posee competencia específica en la materia.	Texto de divulgación masiva con bajo nivel de especialización.
Dawkins, R. (2011). El ADN nos indica que todos somos primos. En R. Dawkins, <i>La magia de la realidad</i> (pp. 50-51). España: Espasa.	Libro divulgativo de ciencia gráfica dirigido a público lego y a estudiantes que pretendan especializarse en la materia. Cada uno de sus capítulos responde a las principales interrogantes científicas. De este escrito se extrajo un fragmento del capítulo correspondiente a la interrogante sobre parentesco genético.	Texto de divulgación científica medianamente especializado.

Texto N°1 “El ADN”

Anexo N°1

Texto N°2 “Evolución”

[...] Somos máquinas de supervivencia, vehículos autómatas programados a ciegas con el fin de preservar las egoístas moléculas conocidas con el nombre de genes [...]

Las máquinas de supervivencia empezaron como receptáculos pasivos de genes.

Sólo podían otorgar algo más que una membrana para protegerlos de la guerra química desatada por sus rivales y contra la devastación provocada por un bombardeo molecular accidental. En aquellos tempranos días se «alimentaban» de moléculas orgánicas que se encontraban a libre disposición en el caldo. Esta vida fácil llegó a su término cuando el alimento orgánico que se encontraba en el caldo, que se había formado lentamente bajo la influencia energética de siglos de rayos solares, fue utilizado en su totalidad. Una rama mayor de dichas máquinas de supervivencia, hoy denominadas plantas, empezó a utilizar directamente la luz solar con el fin de construir complejas moléculas a partir de moléculas simples, realizando nuevamente, a una velocidad mucho mayor, el proceso sintético del caldo original. Otra rama, hoy conocida con el nombre de animales, «descubrió» cómo explotar los trabajos químicos realizados por las plantas, ya sea comiéndoselas o comiendo a otros animales. Ambas ramas principales de máquinas de supervivencia perfeccionaron, más y más, ingeniosos trucos destinados a aumentar su eficiencia en sus diversos tipos de vida, dando así origen a continuas formas de vida. De tal forma evolucionaron sub-ramas y sub-subramas, cada una de las cuales se distinguía por una manera particularmente especializada de ganarse la vida: en el mar, sobre la tierra, en el aire, bajo tierra, sobre los árboles, dentro de otros cuerpos vivientes. Esta división en sub-ramas ha dado origen a la inmensa diversidad de animales y plantas que hoy tanto nos impresiona.

Texto N°3 “La alarma de las abejas”

Depredadores y presas son dos componentes básicos en un ecosistema, pero la naturaleza también dota a las criaturas más vulnerables de herramientas para defenderse de las especies que suponen una amenaza para su supervivencia. Las usan, por ejemplo, para evitar ataques advirtiendo al resto de individuos de su grupo de la presencia de depredadores en las proximidades. Un equipo de investigadores estadounidenses y chinos ha descubierto que la abeja de miel asiática (*Apis cerana*) ha desarrollado un sistema de alerta para prevenir a sus compañeras de colmena de la presencia de avispas, sus enemigos naturales.

Según sostienen en un estudio publicado en PLOS Biology, se trata del sistema de alerta más sofisticado detectado hasta ahora en insectos. Y es que las señales de advertencia que emiten varían en función del contexto y del grado de peligro que estimen.

La abeja que quiere advertir del peligro emite una especie de pulsaciones breves, a modo de vibraciones, normalmente propinando a otras abejas golpes con su cabeza. El tono y la frecuencia de la vibración cambian según la amenaza que representen.

Las avispas son depredadores de todas las especies de abejas, pero la abeja asiática lo tiene aún más difícil porque tiene que hacer frente a especies particularmente grandes y agresivas. Convive con el avispión asiático gigante (*Vespa mandarinia*), considerado el más grande del mundo. Los individuos de esta especie son muy corpulentos, miden cinco centímetros de longitud (contando sus alas, tienen una envergadura de 7,5 centímetros), cuenta con armaduras protectoras, potentes mandíbulas y uñas para sujetar a sus víctimas, a las que inyecta un veneno capaz de disolver los tejidos. Características que han hecho que se conozca a este avispión como yak-killer.

Durante su estudio en China, que se prolongó durante dos años, los investigadores detectaron que cuanto más grande era la especie de avispa que había atacado a las abejas mientras recolectaban polen, más alto era el tono de alerta. Además, las abejas que custodiaban la colmena y aquellas que eran atacadas a la entrada de la colmena emitían señales de alarma más largas para avisar a sus compañeras del peligro inminente que las acechaba justo a la salida del panal.

Texto N°4 “Los insectos gregarios”

Una colonia de insectos gregarios es una enorme familia, y, generalmente, todos descienden de la misma madre. Las obreras, que rara vez o nunca se reproducen, son divididas, a menudo, en cierto número de castas distintas, incluyendo a las pequeñas obreras, grandes obreras, soldados y castas altamente especializadas, como las «ollas de miel». Las hembras reproductoras son denominadas reinas. Los machos reproductores son llamados, en ocasiones, zánganos o reyes. En las sociedades más avanzadas, los reproductores no trabajan nunca en algo que no sea la procreación, pero en esta tarea son extremadamente eficientes. Confían en las obreras para sus alimentos y protección, y las obreras son también responsables de cuidar a la progenie. En algunas especies de hormigas y termitas, la reina se hincha hasta convertirse en una gigantesca fábrica de huevos, de aspecto apenas reconocible como el de un insecto, hasta alcanzar un volumen cientos de veces mayor que el de una obrera y ser totalmente incapaz de efectuar movimiento alguno. Es constantemente atendida por las obreras, que la cuidan, alimentan y transportan su incesante flujo de huevos hasta las guarderías comunales. Si tan monstruosa reina debiera abandonar alguna vez la célula real, lo haría, con gran ceremonia, sobre las espaldas de escuadrones de obreras trabajadoras.

Los individuos de los insectos gregarios están divididos en dos clases principales, la de los dedicados a engendrar y la de los dedicados a cuidar a los nuevos seres. Los procreadores son los machos y hembras reproductores. Los cuidadores son los obreros u obreras: machos y hembras estériles en las termitas, hembras estériles en los demás insectos gregarios. Ambos tipos efectúan su trabajo de manera más eficiente debido a que no tienen que preocuparse del otro problema.