

## Metáforas conceptuales en libros de texto: un estudio del discurso escrito sobre números enteros negativos

### *Conceptual Metaphors in Textbooks: A Study of Written Discourse on Negative Integers*

Oscar Fernández-Sánchez @ 

Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)

**Resumen** ∞ El discurso matemático escolar se da con la intención de comunicar conceptos abstractos. La metáfora, en su dimensión cognitiva, es un recurso lingüístico que genera un fenómeno mental en el interlocutor a través del cual el cerebro trata de conectar fenómenos concretos con conceptos abstractos. Este recurso lingüístico ayuda al estudiante en la construcción de conocimiento matemático. No se puede asegurar que las eventuales metáforas que aparecen en los libros de texto sean usadas con la misma intención del profesor en su clase, aunque, en principio, las dos fuentes, convergen en la intencionalidad de comunicar un concepto matemático abstracto. Este artículo muestra los resultados de una investigación cualitativa, acerca de las metáforas relacionadas con los números enteros negativos en el discurso escrito en los libros de texto de algunas editoriales. Las conclusiones indican que en los libros analizados se detectan metáforas conceptuales, principalmente ontológicas y orientacionales.

**Palabras clave** ∞ Discurso escrito; Discurso matemático escolar; Libro de texto; Metáfora conceptual; Números enteros negativos

**Abstract** ∞ School mathematical discourse is conducted with the intention of communicating abstract concepts. Metaphor, within its cognitive dimension, serves as a linguistic tool that induces a mental phenomenon in the recipient, facilitating the brain's connection of concrete phenomena to abstract concepts. This linguistic mechanism aids students in developing mathematical knowledge. It is not certain that the metaphors found in textbooks are employed with the same intent as those used by teachers in the classroom, though both sources generally aim to convey abstract mathematical concepts. This paper presents the findings of qualitative research on the metaphors related to negative integers within the written discourse of textbooks from various publishers. The findings reveal that the textbooks predominantly utilize ontological and orientational conceptual metaphors.

**Keywords** ∞ Written Discourse; School Mathematical Discourse; Textbook; Conceptual Metaphor; Negative Integers

Fernández-Sánchez, O. (2024). Metáforas conceptuales en libros de texto: un estudio del discurso escrito sobre números enteros negativos. *AIEM - Avances de investigación en educación matemática*, 26, 65-84.

<https://doi.org/10.35763/aiem26.4234>

## 1. INTRODUCCIÓN

La matemática escolar está compuesta de conceptos e ideas abstractas no siempre fáciles de entender, por lo cual, en ocasiones, los profesores recurren al uso de metáforas. Las metáforas, como recurso cognitivo y didáctico, permite al profesor desarrollar su discurso de aula, para ayudar al estudiante en la construcción de conocimiento matemático. Es posible que las metáforas que el profesor use en el aula no sean las mismas que aparecen en los libros de texto, sin embargo, en ambos casos se busca que estas generen las conexiones necesarias para entender los conceptos abstractos que se pretende comunicar.

Según Sfard (2008), *discurso* “se utiliza para denotar cualquier instancia específica del comunicar, ya sea diacrónica o sincrónica, con otras personas o con uno mismo, marcadamente verbal o asistida por cualquier otro sistema de símbolos” (p. 121). Afirma también que en educación matemática se pueden identificar tres clases de discurso: *discurso matemático cotidiano*, *discurso matemático escolar* y *discurso matemático académico*. El primero, usado en instancias ajenas a las instituciones escolares. El segundo, usado por profesores, libros de texto, videos con contenido matemático y sitios web con contenido matemático, educativo o divulgativo. El tercero, el perteneciente a la matemática como disciplina científica.

En un estudio realizado en colegios de la región del Eje Cafetero<sup>1</sup> en Colombia, Fernández y Angulo (2019, 2021) encontraron metáforas en la enseñanza de números racionales y números complejos en (2019), y de números naturales y números irracionales en (2021), y que su uso fue inconsciente. Los hallazgos de estas dos investigaciones motivaron indagar si en los libros de texto de matemáticas que se usaban en colegios aparecían metáforas en el discurso escrito como las encontradas en el discurso oral.

También se encontró que no en todos los temas es evidente la presencia de metáforas. Por ejemplo, no es tan claro que, en el caso de los números irracionales, los profesores hayan usado lenguaje metafórico. Se trata de un hecho que contrasta con el caso de los números enteros negativos, un tema donde abundan las metáforas. Este hallazgo motivó el proyecto: *Indagación sobre el lenguaje metafórico en el abordaje de los números enteros negativos y números irracionales en libros escolares de cinco editoriales usados en colegios del Eje Cafetero*, del cual, lo correspondiente a los números negativos, se muestra aquí.

Con un enfoque cualitativo se buscaba indagar acerca de las metáforas presentes en el discurso matemático escolar en los libros de texto de matemáticas de cinco editoriales de Colombia. La información para escoger los textos fue suministrada por los profesores que trabajan en los colegios del Eje Cafetero y por algunas librerías sugeridas por los colegios. Se hizo una aproximación interpretativa de las metáforas como elementos del discurso escrito mediante la técnica de análisis de

---

<sup>1</sup> Se usa el término *Eje Cafetero* para referirse a una región de Colombia que comprende el norte del departamento del Valle del Cauca y los departamentos de Risaralda, Quindío y Caldas. El primero se encuentra ubicado en la región suroccidental del país, mientras que los demás se encuentran en la región centro-occidente.

contenido de las frases metafóricas relacionadas con el tema en estudio. Los hallazgos de esta investigación contribuyen al entendimiento de las posibles conexiones que las metáforas identificadas podrían generar sobre los números enteros negativos.

## 2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

La metáfora se ha considerado un adorno propio del lenguaje literario. Es el caso de la metáfora “la vejez es la tarde de la vida”, citada por Aristóteles (2006, p. 93). El mismo Aristóteles (2007, p. 274) considera que, de los diferentes tipos de metáforas, las más logradas son las proporcionales, con lo cual pone de relieve la estructura que subyace en la metáfora del ejemplo. Sobre este hecho, Lizcano (2014) afirma que si cuatro palabras: *A*, *B*, *C* y *D* están relacionadas de manera natural según la proporción de Aristóteles (2007), entonces *A* es a *B* como *C* es a *D*; en el mismo sentido, se toma a *C* como si fuera *A* de *D*, o a *A* como si fuera *C* de *B*. En este ejemplo la proporción quedaría, *vejez es a vida como tarde es a día*. De aquí se genera la analogía “la vejez es como la tarde de la vida”, de la cual se deriva la metáfora “la vejez es la tarde de la vida”. Como se puede ver, las analogías conectan dos dominios conceptuales. En el ejemplo, el dominio de la astronomía, el cual trata fenómenos como el día y el atardecer, es conectado con el dominio de la biología, el cual trata fenómenos como la vejez y la vida.

El lenguaje de las matemáticas no es ajeno a este fenómeno lingüístico. Está el caso de la metáfora “raíz cuadrada”. Lizcano (2014, p. 54) muestra la estructura proporcional de esta metáfora así: “raíz es a planta como lado es a cuadrado”, en la cual se identifican las cuatro palabras: raíz, planta, lado y cuadrado. De la proporción se establece la analogía “el lado es como la raíz del cuadrado”, de la cual se deriva la metáfora “el lado es la raíz del cuadrado”. La metáfora conecta el dominio conceptual de la botánica, que trata fenómenos como las plantas y sus raíces, con el dominio conceptual de la geometría, que trata fenómenos como las áreas de figuras planas y las longitudes de sus lados.

Cabe preguntarse: Si en el lenguaje matemático no aparece la metáfora “el lado es la raíz del cuadrado” como tal, sino simplemente “raíz cuadrada” ¿cómo se pasó de la una a la otra? Antes de responder, considérese que aquí está en juego el concepto de “verdad” que conlleva la expresión “raíz cuadrada”, respecto a lo cual Nietzsche (2006) afirma:

¿Qué es, por tanto, la verdad? Un ejército móvil de metáforas ... retóricamente aumentadas, transferidas, adornadas y las que después de un largo uso a un pueblo le parecieron firmes, canónicas y obligatorias: Las verdades son ilusiones de las cuales se ha olvidado que ellas lo son, metáforas que se han desgastado por el uso. (p. 30)

Lo que lleva a la idea de metáfora viva y metáfora muerta o fósil. Se considera viva cuando la comunidad donde nace la metáfora es consciente de ella y del concepto al cual se refiere. Luego, como Nietzsche (2006) advierte, con el uso y el paso de las generaciones, la analogía se va transformando en metáfora, y la comparación que subyace en el “como si” se va convirtiendo en el verbo “es”. Se dice que

entonces la metáfora se va fosilizando, y las comunidades que las usan entonces las consideran ya parte del lenguaje literal, y ha pasado a ser parte del lenguaje canónico de un campo conceptual.

### 2.1. Las metáforas y los números negativos

Respecto a los números negativos, la historia muestra que no fueron aceptados como números hasta después del Renacimiento. Según Steward (2012, p. 56) “para Diofanto todos los números tenían que ser positivos, y por ello rechazaba las soluciones negativas a las ecuaciones”. Por su parte, Steward (2012) afirma que el matemático hindú Bhaskara comenta que un problema particular tenía dos soluciones, 50 y -5, pero le ponía nervioso la segunda solución, y decía que “no debe tomarse; la gente no aprueba las soluciones negativas” (p. 57). No obstante, Collette (2006) recuerda que otro matemático hindú, Brahmagupta, alrededor del año 628 d. C. contribuyó con la aritmética de los números enteros. Sin embargo, los hindúes asociaban a los que hoy se consideran como números enteros con fenómenos financieros de deudas y pertenencias (d. C., 1987).

Por otro lado, Collette (2006) afirma que en *Arithmetica integra*, el libro más importante de álgebra escrito en Alemania durante el siglo xvi, el matemático Stifel da un tratamiento de los números enteros negativos. A pesar de que “no los reconoce como raíces de una ecuación, [...] los llamó *numeri absurdi*” (p. 265). Según Giraldo (2014), en el siglo xv, Cardano “considera las raíces negativas de las ecuaciones como ficticias, mientras que a las positivas las denominó raíces reales” (p. 44). En el mismo sentido, Descartes (1947, p. 145), en su obra *La geometría* (1637), indica que “a menudo se llega a que algunas de estas raíces son falsas o menores que cero: como cuando se supone que  $x$  designa el defecto de una cantidad que, si es 5, se tendrá  $x + 5 = 0$ ”. A su vez, el matemático Girard, en *Invention nouvelle en algèbre* (1629) acepta la existencia de raíces negativas y considera que “lo negativo en geometría significa una regresión” (Collette, 2006, p. 296).

Varias son las metáforas que se han usado para referirse a estos números. Se les ha considerado *números deudos*, *números absurdos* asociados con soluciones de ecuaciones, de modo que las soluciones negativas son consideradas como *raíces ficticias* y *raíces falsas*. A las raíces negativas también se les consideró como *regresiones*. Y como un devenir de todas estas metáforas, la denominación *número negativo* induce a pensar en la acción de una negación. Según el Diccionario Enciclopédico Larousse, negar proviene del latín *negare*, que significa decir que algo no existe o no es verdad. Algunos sinónimos del apelativo negativo, que aparecen en el Diccionario Océano son impedir, prohibir, rechazar, ocultar, contradecir, no aceptar, no querer, contrariar, desechar, desestimar y refutar. Esto da una idea de la posible influencia del término en el inconsciente de quien lo usa.

### 2.2. Las metáforas en la educación matemática

Black (1955) considera que la metáfora permite evocar diferentes significados comunes tanto para quien la escucha como para el creador de la metáfora, a través de los cuales se organizan relaciones posibles y distintas entre dos dominios

conceptuales. En el ámbito educativo, la metáfora ofrece diferentes opciones para entender los conceptos. En esta investigación se aborda el papel que podrían desempeñar las metáforas en el discurso escrito en libros de texto de matemáticas para el tratamiento de temas abstractos.

De Bustos (2000, p. 9) considera la metáfora como “un fenómeno mental, un instrumento para la asimilación y categorización de la experiencia y para la constitución de los conceptos abstractos”. La metáfora, como herramienta cognitiva, está presente en el lenguaje corriente, y es a lo que Soriano (2012), citado por Fernández y Angulo (2019, p. 39), llama *metáfora conceptual*, y define como “un fenómeno de cognición en el que un área semántica o dominio se representa conceptualmente en términos de otro”.

En esta investigación se asume la metáfora como un recurso cognitivo que usa el cerebro humano para relacionar un concepto nuevo y abstracto con uno conocido y generalmente concreto. Se trata de un recurso que algunos profesores de matemáticas a veces utilizan en sus clases. Un caso es el concepto de función, para el cual se usa la notación  $y = f(x)$ , donde la letra  $f$  es la inicial de la palabra función, la  $x$  es la *variable independiente* y la  $y$  la *variable dependiente*. Para explicar este concepto, algunos profesores usan la frase “una función es una máquina procesadora”. Esta es una metáfora que permite entender el concepto abstracto de función a través de la visualización concreta de una máquina procesadora que se alimenta con un insumo (la variable  $x$ ) que transforma en un producto (la variable  $y$ ).

La metáfora conecta dos dominios conceptuales: uno abstracto, el de la teoría de funciones, con otro concreto, el de las máquinas procesadoras. Al primero se le denomina *dominio meta* y al segundo, *dominio fuente*. Hay estudios que muestran las posibilidades de la metáfora como soporte para la comprensión de los objetos y procesos matemáticos (Díaz-Rojas y Soto-Andrade, 2017). Estudios recientes en educación matemática han centrado la atención en las posibilidades de la metáfora como recurso cognitivo para el abordaje de conceptos abstractos, abundantes en el lenguaje de la matemática (Akbaş y Cancan, 2020; Arnoux y Soto-Andrade, 2019; Becerra-Galindo, 2020; Becerra-Galindo y Font-Moll, 2019; Çekirdekci, 2020; Espinoza-Vásquez et al., 2018; Fernández y Angulo, 2019, 2020; Mariano de Assis et al., 2019; Thibodi, 2017). Mediante la teoría de la metáfora conceptual de Lakoff y Núñez (2000) analizan las posibles divergencias entre registros de representación (Duval, 1999, 2004) que se encuentran en libros de texto, y su influencia en los registros que usan los profesores en sus clases.

Lakoff y Johnson (2019) clasifican las metáforas del lenguaje cotidiano en tres tipos: *estructurales*, *ontológicas* y *orientacionales*. En el lenguaje cotidiano, se usan ciertas frases en cuya estructura lingüística subyacen metáforas que emplean para concebir fenómenos abstractos, como las acciones sociales o una discusión, o conceptos abstractos, como el tiempo o la justicia. Estas se denominan *metáforas estructurales*, como la frase “gastar dos horas en una película es un desperdicio de tiempo”, está estructurada a través de la metáfora “el tiempo es dinero” (p. 40).

Lakoff y Núñez (2000) consideran la metáfora “la aritmética es una colección de objetos”. De esta se deriva que palabras como agregar o adicionar significan

colocar en un recipiente de manera física una cantidad de objetos o de una sustancia, por ejemplo, en la frase “Adicionar sal a la sopa”. Asimismo, tomar de, extraer o sacar, significan que físicamente se remueve una sustancia o una cantidad de objetos de un recipiente o de un conjunto. Ejemplo de ello es la frase “Sacar algunos vasos de la alacena”. En virtud de esta metáfora, dichas expresiones se usan cuando se hace referencia a operaciones aritméticas de suma y resta. Por ejemplo, “Si se agregan 2 tornillos a 3 tornillos, habrá 5 tornillos” y “Si se toman 5 tornillos de 8, quedan 3 tonillos”. Lakoff y Johnson (2019) afirman que hay conceptos que se encuentran en un campo conceptual, en el cual se organizan en términos de otros y los llaman *metáforas orientacionales*, dado que dichas metáforas, como categorías de pensamiento, relacionan orientación espacial mediante la forma del cuerpo humano y la manera como las personas se movilizan, como “Feliz es arriba; triste es abajo o salud y vida son arriba; la enfermedad y la muerte son abajo” (p. 47).

En matemáticas, Lakoff y Nuñez (2000) ofrecen “La aritmética es movimiento a lo largo de una trayectoria”. Mediante esta metáfora, un número se piensa como un punto sobre una trayectoria donde el cero es el comienzo de una trayectoria. El aspecto orientacional se aprecia en las operaciones de suma y resta, en el sentido que, por ejemplo, para la suma de un número A con otro B implica moverse desde el punto A hacia la derecha del origen una distancia igual a la del origen, a un punto B.

Las *metáforas ontológicas*, según Lakoff y Johnson (2019, p. 58), permiten entender las experiencias en términos de objetos o sustancias como el de *sustancia o entidad*, mediante la metáfora “La inflación es una entidad” (p. 59), implícita en la frase “En la caja del supermercado es cuando se le ve la mala cara a la inflación”.

El lenguaje matemático escrito utilizado en las escuelas difiere significativamente del lenguaje oral en el aula. Ambos juegan un papel importante en el aprendizaje de conceptos y su nivel de abstracción. Sin embargo, el lenguaje escrito presenta ciertas desventajas en comparación con el oral. Según Vygotski (1982), el lenguaje escrito requiere del estudiante una abstracción tanto de los sonidos como de la persona que los emite con el objetivo de comunicar algo.

El lenguaje escrito carece de dos aspectos del lenguaje oral que ayudan al entendimiento de los conceptos que se quieren enseñar en la comunicación en el aula: el lenguaje corporal y los elementos paraverbales. Esta carencia obliga al uso de metáforas para evocar y conectar a los estudiantes con conocimientos adquiridos a través de la experiencia con fenómenos concretos que pudieran relacionarse con el concepto nuevo.

Los aspectos teóricos señalados permitieron plantear los siguientes objetivos para el presente trabajo: 1) detectar e interpretar las metáforas que aparecen en el discurso matemático escolar escrito, con relación al tema de los números enteros negativos, y que aparecen en los libros de texto; y 2) construir un corpus con las metáforas detectadas y describir la forma en que estas se relacionan con los números enteros negativos.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Enfoque e instrumentos

La orientación de la investigación es cualitativa. En concreto, el diseño es de tipo interpretativo-descriptivo, tomando las herramientas indicadas en Hernández et al. (2006). La selección de este enfoque se justifica por la experiencia adquirida durante el desarrollo de los proyectos de investigación previos *Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero 2016-2017* e *Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero 2018-2019*. Esta es una investigación sistemática que inició en el año 2014 con el trabajo de Romaña (2014) sobre metáforas en el discurso matemático escolar del profesor. Como categorías básicas se tomaron las metáforas estructurales, ontológicas y orientacionales, sugeridas por Lakoff y Johnson (2019).

**Supuesto teórico.** El supuesto teórico que guio este trabajo es: *en el discurso escrito de los libros de texto de matemática usados en los colegios de Pereira para el abordaje del concepto números enteros negativos aparecen metáforas estructurales, ontológicas y orientacionales.*

#### 3.2. Muestra

Se seleccionaron seis libros de texto de matemáticas para grado séptimo<sup>2</sup> de cinco editoriales: Oicatá-Ojeda et al. (2012), Ministerio de Educación Nacional (2017), Cárdenas-Poblador et al. (2011), Ortiz-Wilches et al. (2013), Barrios et al. (2012) y Álvarez et al. (2016). Los libros se codificaron bajo la nomenclatura libro 1, libro 2, libro 3 (pp. 12-29), libro 3A (el mismo libro 3, pp. 30-47), libro 4..., y así hasta llegar al libro 6. Fueron seleccionados con los criterios: 1) contener discurso matemático escolar; 2) contener discurso escolar sobre los números enteros negativos; 3) ser utilizados en colegios del Eje Cafetero. Para ello, se preguntó a profesores en ejercicio, estudiantes de la Maestría en Enseñanza de la Matemática de la Universidad Tecnológica de Pereira, específicamente a los que pertenecían al grupo de investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación. Estos desarrollaron su proyecto de investigación sobre la presencia de metáforas en el discurso de los profesores en el Eje Cafetero y sobre el impacto que dichas metáforas ejercieron en la comprensión de algunos temas de matemáticas en los estudiantes; y 4) ser los más solicitados por los colegios en el Eje Cafetero. Para la selección de los libros se preguntó a los profesores de los colegios privados, estudiantes de la Maestría en Enseñanza de la Matemática, y a funcionarios de las librerías Panamericana y La Roma, por ser dos importantes librerías de la ciudad de Pereira que, según los coordinadores de algunos colegios privados, cuentan con convenios para la adquisición de textos. Por otra parte, para los colegios públicos se consideraron los libros

<sup>2</sup> En Colombia, el sistema educativo lo constituyen la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica primaria (compuesta por cinco grados, va aproximadamente hasta los 10 años) y la educación secundaria (de sexto a cuarto grado, cobija a adolescentes que rondan los 14 años). Hasta aquí es educación obligatoria. Luego sigue la educación media-vocacional, compuesta por dos grados, que otorga el título de bachiller. Finalmente, está la educación superior (Ministerio de Educación Nacional, 2022).



editados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, textos que son distribuidos gratuitamente por esta entidad estatal.

### 3.3. Categorización de los datos

Para el análisis de los datos se consideró la supercategoría *discurso escrito sobre números enteros negativos*, y los datos relacionados fueron las frases metafóricas en la muestra. Otras categorías consideradas fueron las derivadas de la *teoría de la metáfora conceptual* propuesta por Lakoff y Johnson (2019): *categoría metáforas estructurales*, *categoría metáforas ontológicas* y *categoría metáforas orientacionales*. Posteriormente, con el análisis de los datos, se identifican las categorías emergentes — o subcategorías, en el marco de la investigación —, dado que se relacionan de alguna forma con las categorías del marco teórico.

### 3.4. Análisis de datos

El análisis de los datos se hizo mediante el *software* de análisis de datos cualitativos Atlas.ti 7. Puesto que se pretendía caracterizar el discurso escrito en libros de texto de matemática, se emprendió la búsqueda de frases específicamente relacionadas con el tema de números enteros negativos.

En el *software* se cargaron los factores relativos a los números enteros negativos encontrados en la muestra de libros. Los datos arrojados fueron examinados mediante la técnica *análisis de contenido* (Navarro y Díaz, 1999). Con una codificación abierta, se construyó un corpus de las metáforas identificadas en las unidades que trataban los números enteros negativos. Mediante la técnica de *codificación axial* (Strauss y Corbin, 2002), y teniendo en cuenta los tres tipos de metáforas sugeridas por Lakoff y Johnson (2019), se hace una caracterización del discurso metafórico escrito para cada libro.

## 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En lo que sigue se analizan las metáforas conceptuales identificadas, ejemplificando las más frecuentes.

### 4.1. Tipo de metáforas conceptuales

En la Tabla 1 se muestra que en los libros de séptimo grado aparecen los tres tipos de metáforas conceptuales propuestas por Lakoff y Johnson (2019). Se advierte que las metáforas más numerosas fueron las orientacionales (55,98 %), seguidas por las metáforas ontológicas (43,43 %); asimismo, se observa que las menos frecuentes, fueron las metáforas estructurales (0,59 %).

**Tabla 1.** Frecuencia tipo de metáforas conceptuales

| Tipo de metáforas conceptuales | Frec. | %      |
|--------------------------------|-------|--------|
| Metáforas estructurales        | 5     | 0,59   |
| Metáforas ontológicas          | 367   | 43,43  |
| Metáforas orientacionales      | 473   | 55,98  |
| Total                          | 845   | 100,00 |



#### 4.2. Característica metafórica de las metáforas ontológicas

La Tabla 2 recoge las frecuencias y los porcentajes de las palabras que caracterizan como ontológicas a las metáforas identificadas en la muestra. Se observa que las características con mayor porcentaje son temperatura (45,5 %), dinero (24,8 %) y tiempo (19,62 %).

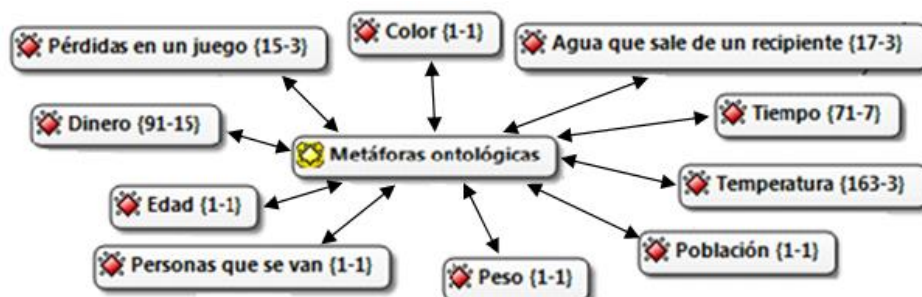
**Tabla 2.** Frecuencia característica metafórica ontológica

| Característica metafórica ontológica | Frec. | %            |
|--------------------------------------|-------|--------------|
| Agua que sale de un recipiente       | 17    | 4,63         |
| Color                                | 1     | 0,27         |
| Edad                                 | 1     | 0,27         |
| <b>Dinero</b>                        | 91    | <b>24,8</b>  |
| Pérdidas en un juego                 | 15    | 4,09         |
| Personas que se van                  | 1     | 0,27         |
| Peso                                 | 1     | 0,27         |
| Población                            | 1     | 0,27         |
| <b>Temperatura</b>                   | 167   | <b>45,5</b>  |
| <b>Tiempo</b>                        | 72    | <b>19,62</b> |
| Total                                | 367   | 100,00       |

#### 4.3. Caracterización gráfica de las metáforas ontológicas

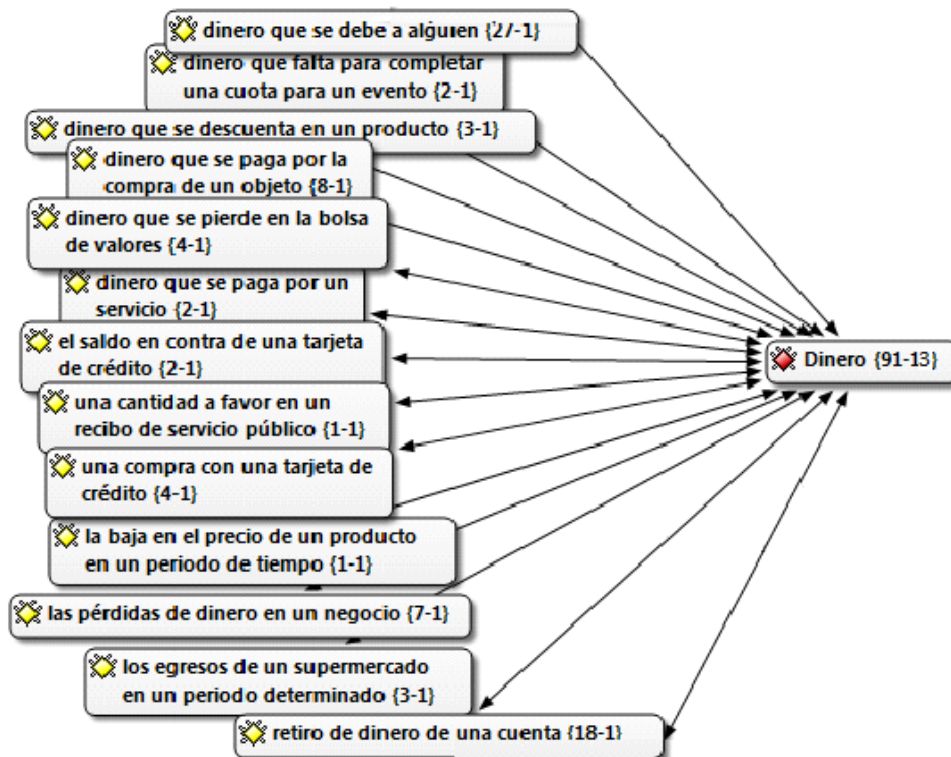
La Figura 1 muestra las características encontradas en el discurso matemático de la muestra, las cuales están asociadas con 10 fenómenos que determinan el mismo número de posibilidades para construir metáforas ontológicas. En función del número de veces que aparece cada característica, se advierte que el discurso matemático escolar se caracteriza por asociar los números enteros negativos mayoritariamente con el dinero (quince metáforas), con el tiempo (siete metáforas) y con la temperatura (tres metáforas). En esta Figura 1, los números entre corchetes indican el número de veces que aparece la metáfora y las diferentes frases metafóricas para cada caso.

**Figura 1.** Características asociadas con el concepto números enteros negativos relativas a metáforas ontológicas



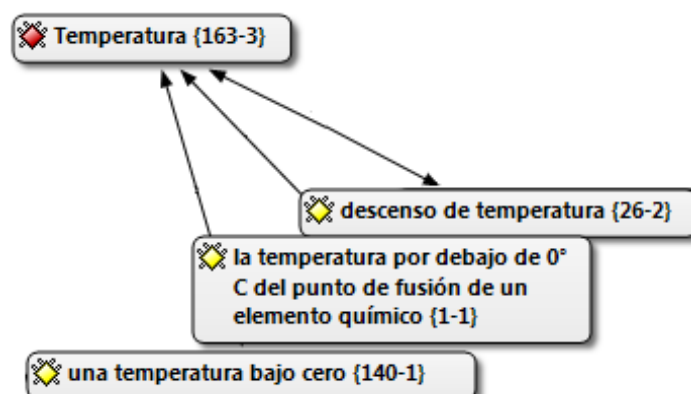
Tras analizar la característica más frecuente, el dinero, se advierte que el discurso escrito en los libros de texto relacionado con los números enteros negativos se relaciona, a su vez, con trece frases que implican: cantidad de dinero que se pierde, cantidad que se adeuda al contraer un préstamo, cantidad que se pierde en la bolsa de valores, cantidad que se paga por un servicio, entre otras relaciones (Figura 2).

**Figura 2.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica dinero



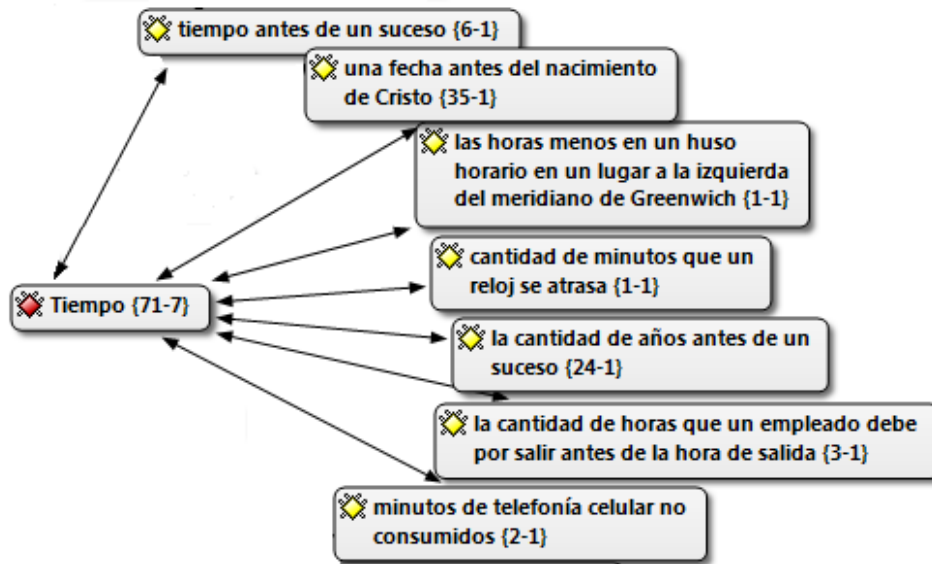
La temperatura es la segunda característica predominante en el discurso metafórico relativo a los números enteros negativos en los libros de texto. Así, se encuentran dos frases relativas a un descenso de la temperatura por debajo de cero, y otra frase que simplemente advierte el descenso de la temperatura (Figura 3).

**Figura 3.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica temperatura



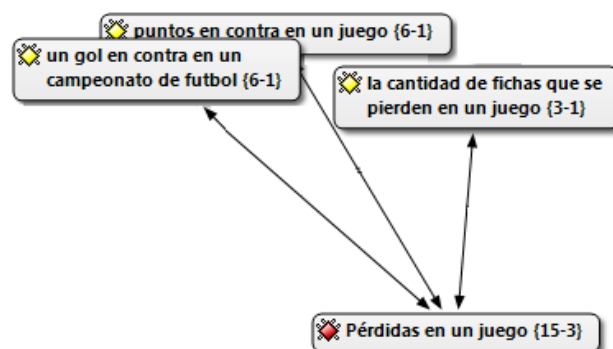
Finalmente, con siete frases, el tiempo es la tercera característica predominante. Las frases relacionan la característica con fenómenos como el tiempo antes de un suceso, con una fecha antes del nacimiento de Cristo, con la cantidad de minutos que un reloj se atrasa, con la cantidad de años antes de un suceso, entre otros fenómenos (Figura 4).

**Figura 4.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica tiempo



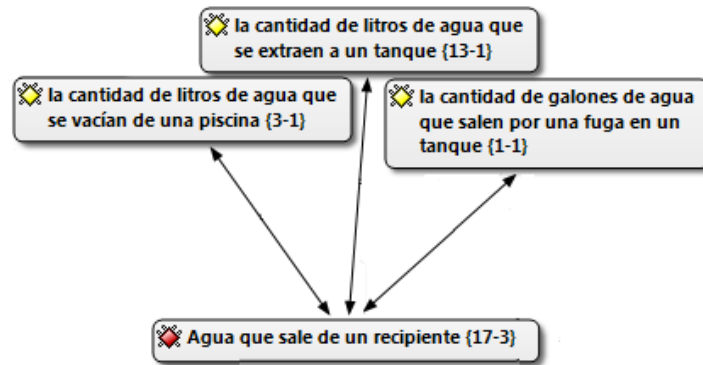
Por otra parte, la Figura 5 recoge aquellas frases metafóricas relacionadas con la característica metafórica *pérdidas en un juego*. Aparecen fenómenos que pueden representar a los números enteros negativos a través de la construcción mental que ofrece la metáfora como recurso cognitivo.

**Figura 5.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica pérdidas en un juego



la Figura 6 aparece la característica *es agua que sale de un recipiente*, la cual tiene implícita la idea de un nivel de agua que desciende. Estas metáforas indican conceptos relativos a la extracción, al vaciamiento o a la salida de un líquido de un recipiente.

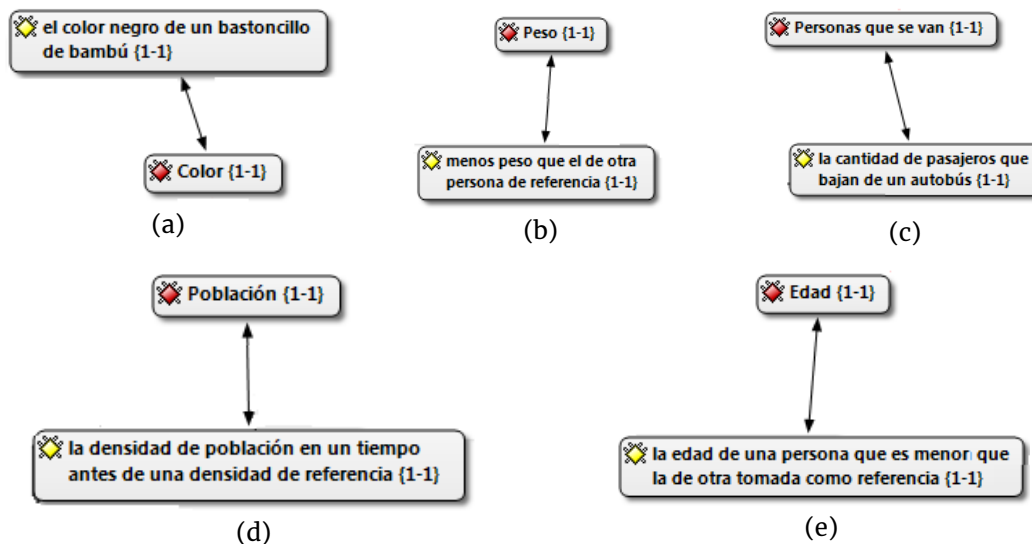
**Figura 6.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica agua que sale de un recipiente



Como estas dos últimas características no son tan frecuentes, se deduce que su uso es solo incidental en los libros de texto.

La Figura 7, muestra las características menos frecuentes: color, peso, personas que se van, población y edad. Sin embargo, a pesar de su poca aparición, ellas pueden ser una alternativa didáctica interesante en la construcción de metáforas ontológicas para la enseñanza de los números enteros negativos.

**Figura 7.** Frases metafóricas asociadas con cinco características que presentaron baja frecuencia



En síntesis, el discurso matemático presente en los libros examinados asocia los números enteros negativos con dinero, temperatura y tiempo, principalmente, ya que son las características más frecuentes. Sin embargo, no puede desconocerse la importancia de las características menos frecuentes en razón a las posibilidades didácticas que pueden ofrecer para la enseñanza de los números enteros negativos.

#### 4.4. Característica metafórica de las metáforas orientacionales

Según la Tabla 3, las características orientacionales son descenso de algo (16,28 %), movimiento (10,36 %), posición a la izquierda (41,86 %) y profundidad (31,5 %). Se deduce que el discurso en los libros de texto relaciona los números enteros negativos con una posición a la izquierda o con un índice de profundidad. Sin embargo, el porcentaje de aparición de metáforas cuya característica es descenso de algo presenta un porcentaje no despreciable, dado que el 16,28 % de las metáforas orientacionales fueron caracterizadas como algo que desciende respecto de un punto de referencia.

**Tabla 3.** Frecuencia característica metafórica orientacional

| Característica metafórica orientacional | Frec. | %      |
|-----------------------------------------|-------|--------|
| Descenso de algo                        | 77    | 16,28  |
| Movimiento                              | 49    | 10,36  |
| Posición a la izquierda                 | 198   | 41,86  |
| Profundidad                             | 149   | 31,50  |
| Total                                   | 473   | 100,00 |

#### 4.5. Caracterización gráfica de las metáforas orientacionales

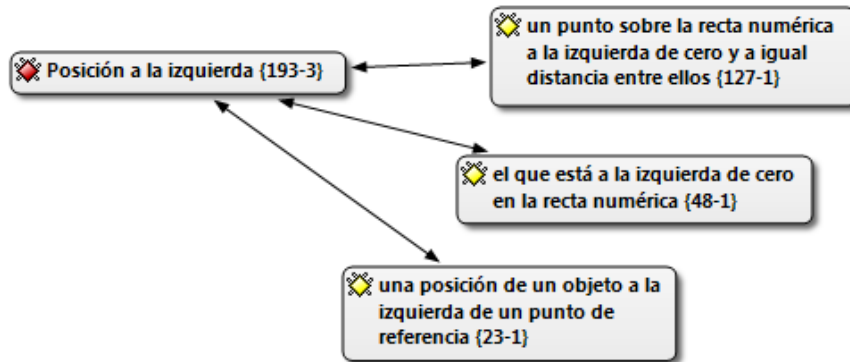
La Figura 8 ilustra las características encontradas en el discurso matemático escolar en los libros de texto examinados. El proceso de búsqueda arrojó 4 fenómenos que constituyen posibilidades para construir metáforas orientacionales. La característica que más aparece es “posición a la izquierda”, seguida por “profundidad”, “descenso de algo” y “movimiento”, que fue la que presentó la menor frecuencia.

**Figura 8.** Características asociadas con el concepto números enteros negativos relativas a metáforas orientacionales



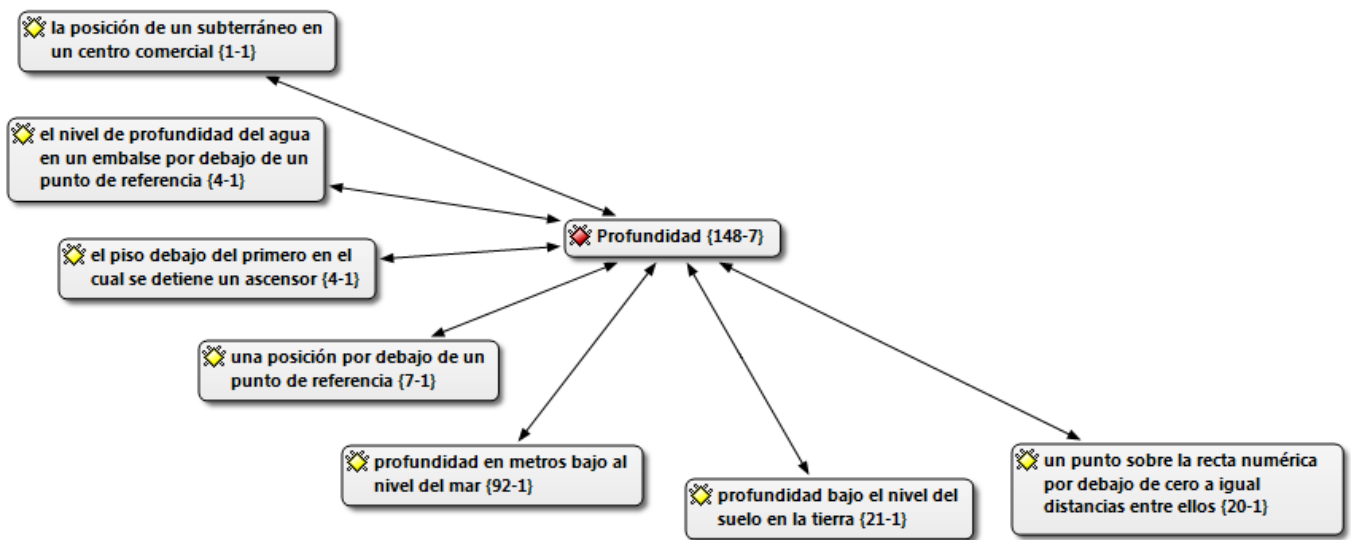
La Figura 9 muestra tres frases relacionadas con la característica *posición a la izquierda*, la cual presenta la frecuencia más alta. Estas frases están vinculadas con una metáfora conectora (Lakoff y Núñez, 2000) que aparece con mucha frecuencia en el ámbito de la matemática. Es una metáfora que ha resultado muy útil porque permite ubicar y, por tanto, manipular entes abstractos como los números. Esa metáfora es “los números son puntos en una recta”, la cual es clasificada como metáfora conectora porque conecta el campo conceptual de la geometría con el campo conceptual de la aritmética.

**Figura 9.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica posición a la izquierda



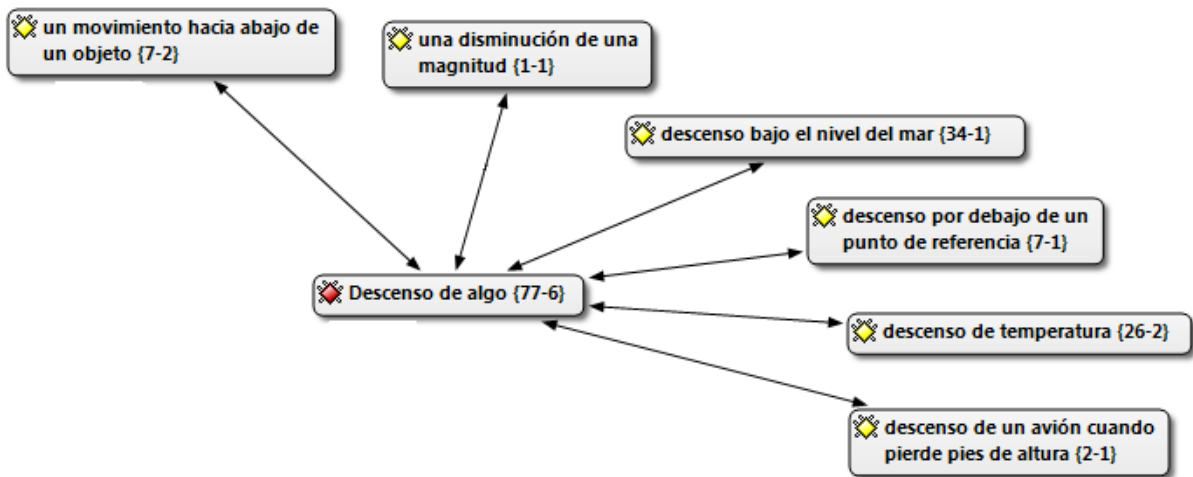
La Figura 10 muestra siete frases relacionadas con la característica *profundidad*. Como las frases en la figura correspondiente a la característica anterior, estas también están conectadas con la metáfora “recta numérica” y, además, con la imagen de esta en la dirección abajo-arriba, lo que genera los llamados “ejes coordenados” en el “plano cartesiano”. Estas metáforas permiten visualizar y ubicar puntos determinados por parejas de números. En este caso, la metáfora conectora (Lakoff y Núñez, 2000) es “plano numérico”.

**Figura 10.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica profundidad



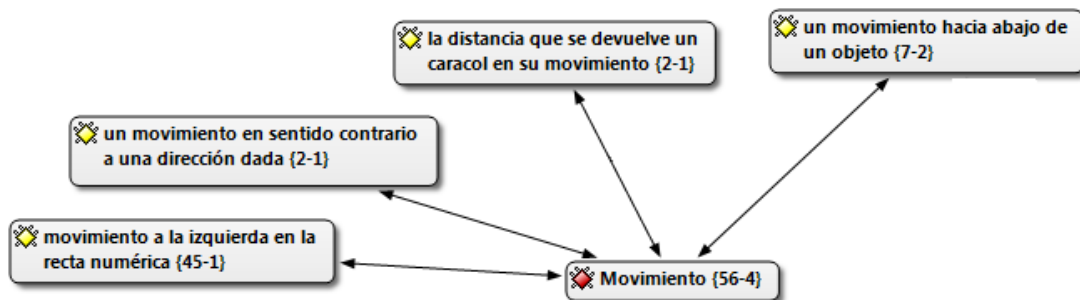
En la Figura 11 aparecen seis frases relacionadas con la característica *descenso de algo*. Como en el caso de las frases en la figura anterior, estas permiten asociar los números negativos con puntos en el plano cartesiano. En este caso, sin embargo, la frase no se refiere a una ubicación específica, es decir, a un punto estático, sino a un punto que se mueve en una dirección sobre un plano imaginario, en el sentido que cada frase lleva a imaginar un movimiento hacia abajo en el plano numérico.

**Figura 11.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica descenso de algo



La Figura 12 ilustra cuatro frases relacionadas con la característica *movimiento*. Como en la figura de la característica anterior, estas frases también llevan a asociar los números negativos con un punto que se mueve en una dirección en un plano numérico. En este caso se consideran también movimientos en la dirección derecha-izquierda, además de la dirección arriba-abajo.

**Figura 12.** Frases metafóricas asociadas con la característica metafórica movimiento



Las cuatro características metafóricas ilustradas por las figuras anteriores, junto con sus metáforas asociadas, permiten considerar que, en el discurso escrito de los libros, aparecen metáforas que representan los números enteros negativos mediante “descenso de temperatura”, “movimiento a la izquierda en la recta numérica”, “un punto sobre la recta numérica a la izquierda de cero y a igual distancia entre ellos” y “profundidad en metros bajo el nivel del mar”. Por último, aunque en la Figura 2 aparece que la frecuencia para la característica “movimiento” es 56, en la Tabla 3 se toma 49, porque para la característica “movimiento” se cuenta dos veces la metáfora “un movimiento hacia debajo de un objeto” con una frecuencia de 7, que ya se había contado para la característica “descenso de algo”.



## 5. CONCLUSIONES

Esta investigación reveló, en primera instancia, la abundante presencia de metáforas en el discurso de los libros de texto. En segunda instancia que, en dicho discurso, las metáforas encontradas, relacionadas con el concepto de los números enteros negativos, son ontológicas y orientacionales, en la medida que se encontraron muy pocas metáforas estructurales.

Entre las metáforas ontológicas están aquellas que llevan a relacionar los números enteros negativos con experiencias de “pérdidas de dinero en un negocio”, “los egresos de un supermercado en un periodo determinado” o “minutos de telefonía celular no consumidos”. Entre las metáforas orientacionales están las que llevan a relacionar los números enteros negativos con indicadores de “descenso bajo el nivel del mar”, “una fecha antes del nacimiento de Cristo” o con indicadores de “una temperatura bajo cero”.

Los resultados de esta investigación tienen algunas implicaciones teóricas. Primero, la ampliación al ámbito de la enseñanza de la matemática de los tipos de metáforas propuestos por Lakoff y Johnson (2019), clasificación que se circunscribe al ámbito del lenguaje cotidiano. Segundo, se muestran las posibilidades de la metáfora como herramienta lingüística de conexión entre el dominio conceptual de la matemática con dominios conceptuales extra-matemáticos concretos. Esta figura lingüística posibilita abordar un concepto abstracto, como los números enteros negativos, mediante evocación de conceptos concretos adquiridos previamente por experimentación directa.

Asimismo, tiene implicaciones educativas. Los resultados ofrecen a los profesores diferentes formas de concebir los números enteros negativos, en el caso de las metáforas orientacionales, como un proceso o como un resultado. El primero está relacionado con una posición de algo o alguien sobre una recta o un plano numéricos. El segundo se relaciona con un movimiento de algo o alguien, en dirección arriba-abajo o derecha-izquierda. En el caso de las metáforas ontológicas, los hallazgos muestran que los números enteros negativos se pueden ver como si fueran un tiempo en el pasado, una baja temperatura o una cantidad de dinero que se adeuda. Los resultados también brindan la posibilidad de retornar a la vida mediante el “como si” propio de la analogía, aquellas metáforas muertas del discurso matemático formal que aún hoy muchos profesores usan en sus clases de matemáticas. No obstante, se debe advertir que lo hacen, tal vez, ajenos a las posibilidades cognitivas que ofrece esta figura como herramienta lingüística y didáctica.

Por último, en investigaciones previas realizadas en esta línea se analizó el discurso matemático escolar oral de algunos profesores en el aula. Los hallazgos en dichas investigaciones motivaron la realización de la presente investigación. La pretensión aquí era investigar si en el discurso matemático escolar escrito en los libros de texto también se usan metáforas y, si era así, qué características presentaban esas metáforas. Además, se pretendía indagar si esas características se podían clasificar de manera parecida a como se hizo con el discurso oral de los profesores en los anteriores proyectos. Dichas investigaciones se llevaron a cabo desde la dimensión didáctica.

Queda por desarrollar una investigación desde la dimensión cognitiva. Se espera llevar a cabo una investigación con los estudiantes, que tenga en cuenta los hallazgos encontrados, para examinar los efectos en el aprendizaje que pudieran tener el uso de las metáforas para abordar el tema de los números enteros negativos. Estas investigaciones permitirían esclarecer la dinámica entre los tres discursos involucrados en el fenómeno educativo en juego: el discurso oral del profesor, el escrito de los libros de texto y el oral-escrito de los estudiantes. Dicho estudio aportaría evidencia cualitativa a los resultados y profundizaría la comprensión del papel de las metáforas en el aprendizaje de los estudiantes del tema números enteros negativos.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo es un producto del proyecto de investigación “Indagación sobre el lenguaje metafórico en el abordaje de los números enteros negativos y números irracionales en libros escolares de cinco editoriales usados en colegios del Eje Cafetero”, código 3-20-4, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## REFERENCIAS

- Akbaş, E. & Cancan, M. (2020). Metaphors formed by 6th and 7th grade students regarding the difficulties they experienced in the process of learning the subject of circle. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(3), 1054-1075. <https://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/871>
- Álvarez, D., Bogotá, M., Carvajal, T., Dueñas, M., Carrillo, A., Cañón, M., Alfonso, M., Munar, J., Perdomo, A., Abella, L., Florián, I., García, N., Rodríguez, C., & Rodríguez, B. (2016). *Applica. Matemáticas 7*. SM.
- Aristóteles. (2006). *Poética* (Trad., A. Villar Lecumberri). Alianza.
- Aristóteles. (2007). *Retórica* (Trad., A. Bernabé). Alianza.
- Arnoux, P. & Soto-Andrade, J. (2019, febrero). From concrete to abstract and back: Metaphor and Representation. *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Utrecht University, Utrecht, Netherlands. <https://hal.science/hal-02435190/document>
- Barrios, M., Vizmanos, J., Bujanda, M., Mansilla, S., Anzola, M., Carmona, S., Baquero, D., Bogotá, M., León, F., Bermúdez, D., Fuentes, J. y Mariño, O. (2012). *Matemáticas 7. Redes de aprendizaje para la vida*. SM.
- Becerra-Galindo, H. (2020). Las problemáticas semióticas y la metáfora en las representaciones de los conjuntos infinitos. *Revista Paradigma*, 41(2), 381-403. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p381-403.id939>
- Becerra-Galindo, H. & Font-Moll, V. (2019). Las problemáticas semióticas y la metáfora en las representaciones de los conjuntos infinitos. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(1), 531-540.
- Black, M. (1955). Metaphor. En M. Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor*, (pp. 63-82). University Minnesota Press.
- Cárdenas-Poblador, J., García-Riveros, M., Romero-Morales, F., Sarmiento-Díaz, M., & Rangel de Salamanca, A. (2011). *Norma matemáticas para pensar 7*. Norma.

- Çekirdekci, S. (2020). Metaphorical Perceptions of Fourth-Grade Primary Students towards Mathematics Lesson. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 7(4), 114-131. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2020.04.011>
- Collette, J. P. (2006). *Historia de las matemáticas I*. (Trad., P. González G.). Siglo XXI.
- De Bustos, E. (2000). *La metáfora. Ensayos transdisciplinarios*. FCE.
- Descartes, R. (1947). *La Geometría*. Espasa-Calpe.
- Díaz-Rojas, D. & Soto-Andrade, J. (2017, febrero). Enactive metaphors in mathematical problem solving. *Proceedings of CERME 10*. (pp. 3904-3911). Dublín. Ireland. <https://hal.science/hal-01950551/document>
- Duval, R. (1999). *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores del desarrollo cognitivo* (Trad., Myriam Vega Restrepo). Universidad del Valle.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. (Trad., Myriam Vega Restrepo). Universidad del Valle.
- Espinoza-Vásquez, G., Zakaryan, D. & Carrillo, J. (2018). El conocimiento especializado del profesor de matemáticas en el uso de la analogía en la enseñanza del concepto de función. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 21(3), 301-324. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2133>
- Fernández, O. & Angulo, M. (2019). *Lenguaje metafórico en el abordaje de conceptos matemáticos. El caso de algunos profesores en el Eje Cafetero*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Fernández, O. & Angulo, M. (2021). *Metáfora conceptual en el discurso matemático de algunos profesores en el Eje Cafetero*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Giraldo, L. (2014). *Los números enteros negativos en la matemática moderna y la matemática actual* [Trabajo de grado de Licenciatura]. Universidad del Valle. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7705/3469-0473485.pdf;jsessionid=770343F1F2543700F70FECB16CDCB019?sequence=1>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill/Interamericana.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2019). *Metáforas de la vida cotidiana* (4.ª ed.). (Trad., C. González-Marín). Cátedra.
- Lakoff, G. & Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being*. Basic Books.
- Lizcano, E. (2014). *Metáforas que nos Piensan. Sobre Ciencia, Democracia y otras Poderosas Ficciones* (2.ª ed.). Traficantes de Sueños.
- Mariano De Assis, P., Rodrigues-Fernandes, R, Nagem, R. & Ramos, I. (2019). Metáforas como uma estratégia de ensino nas aulas de Matemática. *Latin American Journal of Science Education*, 6, 1-6.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2017). *Vamos a aprender. Matemáticas 7*. MEN y SM.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2022). *Sistema educativo colombiano*. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-de-educacion-basica-y-media/233839:Sistema-educativo-colombiano>
- Navarro, P. & Díaz, C. (1999). Análisis de contenido. En J. Manuel Delgado & J. Gutiérrez (Eds.), *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*, (pp. 177-224). Síntesis.

- Nietzsche, F. (2006). *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*. (Trad., J. Castillo). Tecnos.
- Oicatá-Ojeda, L., Díaz-Montes, A., Díaz-Dueñas, R., Gómez-Bello, M., Romero-Rey, J., González-Barbosa, M. & Ávila-Barón, G. (2012). *Zoom a las matemáticas 7*. Libros y Libros.
- Ortiz-Wilches, L., Ramírez-Rincón, M., Joya-Vega, A., Celi-Rijas, V., Acosta, M., Perdomo-Pedraza, A., Morales-Jaime, D. & Gamboa-Sulvara, J. (2013). *Los caminos del saber: Matemáticas 7*. Santillana.
- Ribnikov, K. (1987). *Historia de las matemáticas*. Mir.
- Romaña, R. (2014). *Posibles implicaciones del discurso metafórico docente en el abordaje del concepto de divisibilidad con estudiantes de séptimo grado de la institución educativa Santa Teresita del municipio de la Victoria (Valle del Cauca)* [Tesis de Maestría inédita]. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/3051a6a4-423f-498c-baee-83910ec9dcc6/download>
- Sfard, A. (2008). *Aprendizaje de las matemáticas escolares desde un enfoque comunicacional*. Universidad del Valle.
- Soriano, C. (2012). La metáfora conceptual. En I. Ibarretxe-Antuñano & J. Valenzuela (Eds.), *Lingüística cognitiva* (pp. 87-109). Anthropos. <https://bit.ly/3ruObGu>
- Steward, I. (2012). *Historia de las matemáticas. En los últimos 10.000 años* (Trad., Javier García Sanz). Crítica.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. (Trad., E. Zimmerman). Universidad de Antioquia.
- Thibodi, O. (2017). Metaphors for Learning Mathematics: An Interpretation Based on Learners' Responses to an Exploratory Questionnaire on Mathematics and Learning. *International Journal of Secondary Education*, 5(6), 70-74. <https://doi.org/10.11648/j.ijsedu.20170506.11>
- Vygotski, L. S. (1982). *Pensamiento y Lenguaje*. En *Obras escogidas II. Problemas de Psicología General* (Trad., J. Bravo, pp. 9-287). Pedagógica.

∞

Oscar Fernández-Sánchez

Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)

[oscar@utp.edu.co](mailto:oscar@utp.edu.co) | <https://orcid.org/0000-0003-0804-2996>

Recibido: 18 de enero de 2022

Aceptado: 27 de septiembre de 2023

# Conceptual Metaphors in Textbooks: A Study of Written Discourse on Negative Integers

Oscar Fernández-Sánchez @ 

Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)

School mathematical discourse, both oral (by teachers in class) and written (in textbooks), primarily aims to communicate abstract concepts to students and readers. Metaphor, in its cognitive dimension and not merely as a decorative element, serves as a linguistic tool that creates a mental phenomenon, enabling the interlocutor to link concrete experiences with abstract concepts in knowledge construction. This dimension of metaphor allows teachers to develop their classroom discourse, often unconsciously, to assist students in understanding abstract mathematical concepts. It is not certain that the metaphors found in textbooks are employed with the same intent as those used by teachers in classrooms. However, both sources—the teacher and the textbooks—generally share the goal of conveying abstract mathematical concepts to students or readers. This article presents the findings of a qualitative study investigating the presence of metaphors in the written discourse of textbooks concerning negative integers, and whether these metaphors resemble those found in teachers' oral discourse. Initiated in 2014 with Romaña's work on metaphors in school mathematical discourse, this systematic investigation employs structural, ontological, and orientational metaphors as basic categories, following Lakoff and Johnson (2019). The study identifies and interprets metaphors related to negative integers in selected textbooks. The analysis reveals that textbooks predominantly utilize conceptual metaphors, particularly ontological and orientational, in their discourse. The findings offer teachers various conceptualizations of negative integers: orientational metaphors depict them as positions or movements along a numerical axis, while ontological metaphors suggest viewing negative integers as times in the past, low temperatures, or debts. The study also explores the revival of “dead” metaphors in formal mathematical discourse through analogical “as if” constructions, highlighting their overlooked cognitive potential as linguistic and educational tools.