Análisis de la pertinencia del uso de la metáfora para el abordaje de contenidos matemáticos

Daniela **Alvarado-Porras**
Sección de Matemática, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica
Costa Rica
daniela.alvaradoporras@ucr.ac.cr
Jeison **Reyes** Ávila
Sección de Matemática, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica
Costa Rica
jeison.reyes@ucr.ac.cr
Julia **Venegas-Fallas**
Sección de Matemática, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica
Costa Rica
julia.venegas@ucr.ac.cr

Resumen

El presente taller pretende reconocer el impacto positivo y negativo del uso de metáforas por parte de las personas docentes en matemáticas en cuanto a la comprensión de un contenido matemático y el desarrollo de habilidades matemáticas. Para este fin se han recopilado metáforas empleadas por docentes de secundaria y educación superior para presentar situaciones matemáticas que analizarán las personas participantes del taller donde deberán identificar cuáles metáforas *desconfiguran* el sentido primordial de un concepto, lo cual puede generar dificultades para el estudiantado, y cuáles pueden fortalecer un significado matemático, tanto que pueden ser usadas como una estrategia didáctica que conduce a un adecuado proceso de enseñanza y aprendizaje. De este modo, en el taller se busca estudiar las metáforas desde una perspectiva global en la que se reconocen sus limitaciones para el estudio de las matemáticas, también el fortalecimiento y comprensión de un tema en la disciplina ya mencionada.

Palabras clave: Educación matemática; Metáfora; Problema matemático; Analogías; Lenguaje matemático; Estrategias didácticas.

Introducción

En el presente taller se pretende mostrar metáforas empleadas por algunas personas docentes de matemática de secundaria y nivel universitario. Asimismo, se presenta una propuesta diferente tomando como base los lineamientos del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. La idea principal es generar discusión y análisis sobre la necesidad de prestar atención al lenguaje que el profesorado utiliza en su proceso de mediación pedagógica, ya sea de manera consciente o inconsciente, y cómo el uso de las metáforas puede influir, de manera positiva o negativa, en la comprensión de un concepto matemático, lo cual repercute en el aprendizaje de las matemáticas por parte de las personas estudiantes.

Además, se pretende mostrar, conforme a la investigación bibliográfica realizada, que el uso de las metáforas aporta riqueza comunicativa y funciona como un medio a través del cual las personas estudiantes pueden expresar sus ideas e interpretar más fácilmente la información; todo esto conduce a que se puedan adoptar las metáforas como estrategia didáctica para las personas docentes de matemáticas.

Marco teórico

Metáfora

La comprensión de la matemática por lo general no se rige por el aprendizaje absoluto de teoremas, axiomas o conceptos, se da por la relación en el pensamiento humano, de elementos matemáticos con otros elementos presentes en la vida cotidiana (Lakoff y Johnson, 1986; Lakoff y Núñez, 2000). La interacción docente-estudiante influye en la comprensión de la matemática, donde la metáfora forma parte de la comunicación que dicha interacción conlleva. Alrededor de esta idea se definirá el concepto de metáfora y se aludirá a su importancia como estrategia didáctica.

En relación a lo anterior, Pimm (2002) atañe al significado de la metáfora como un medio por el cual se pueden acuñar expresiones para un determinado registro matemático que no ha sido explorado. Así mismo, menciona que la metáfora brinda medios a través de los cuales lo que es menos habitual, es posible asimilarse a lo más familiar, considerando lo primero en términos de lo segundo. De este modo, se establece la metáfora como un medio que se emplea dentro del proceso cognitivo para la asimilación y adquisición del conocimiento matemático.

De igual forma, Pochulu et al. (2021) mencionan que “las metáforas se caracterizan por crear una relación conceptual entre un dominio de partida y un dominio de llegada que permite proyectar propiedades e inferencias del dominio de partida en el de llegada” (p. 2), con lo cual se refuerza la definición que brinda Pimm acerca de la misma.

Además, Pimm menciona dos tipos metáforas matemáticas: *1) las metáforas extra-matemáticas* que “tratan de explicar o interpretar ideas y procesos en términos de acontecimientos del mundo real, y pueden incluir objetos y procesos de la vida diaria” (p. 143*); y 2) las metáforas estructurales* que “suponen una ampliación metafórica de ideas precedentes de las mismas matemáticas” (p. 143). La clasificación de estos dos tipos de metáforas es importante para su debido análisis, ya que, el primero de ellos alude a la comprensión de un concepto matemático a través de la asimilación del mismo con un término del lenguaje natural; el segundo relaciona un concepto matemático previo con otro, dentro del mismo registro matemático para el entendimiento de un concepto nuevo.

Por otro lado, alrededor de la interpretación de la metáfora como parte de las matemáticas existen aspectos positivos y negativos del uso de ellas en la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina. Pimm expone el cuidado que debe existir por parte de la persona docente con respecto al uso de estas, ya que, “si la metáfora se emplea como puente conceptual en un contexto introductorio, esta comparación directa no obstante es inadecuada y las diferencias deben ponerse de manifiesto o en una etapa posterior” (p. 147). Sin embargo, señala que “la metáfora y la analogía constituyen formas de expresión que potencian el lenguaje natural, y creo que en matemáticas se dan procesos comparables, al tiempo que la metáfora se utiliza en forma habitual en su enseñanza” (p. 143). En otras palabras, el impacto que la metáfora provoque es consecuente con la manera en la que la persona docente la utilice.

Asimismo, Flores (1999) indica que “la metáfora favorece la comunicación en cualquier contexto, que hace que esta comunicación sea significativa y global para los dos comunicantes, que permite la retroalimentación … y deja claro el aspecto que cada cual quiere enfatizar” (p. 95). El comentario de Flores se puede extrapolar a la interacción entre docente-estudiante, ya que la metáfora puede ser empleada por ambas partes y funcionar como puente de conexión entre la comunicación y la comprensión.

Por último, Sierra Ibáñez (2016) apunta que “la metáfora en la matemática es una herramienta universal para una enseñanza didáctica y traslación de conceptos teóricos a la práctica. Además, puede ser interpretada como el entendimiento de un dominio en términos de otro” (p. 35). Desde este punto de vista se caracteriza la metáfora como una estrategia didáctica que permite la comprensión de un concepto matemático en función de aspectos más avezados para la persona estudiante.

Por esta razón, nace la inquietud de generar un análisis sobre el impacto tanto positivo como negativo que puede darse a través del uso de las metáforas por parte de las y los docentes en su mediación pedagógica y tratar de comprender el cómo se fortalece o cómo se limita la comprensión y el aprendizaje de las matemáticas por parte del estudiantado.

Método de investigación

Como parte de un trabajo del curso Lenguaje Matemático de la malla curricular de licenciatura de la carrera Enseñanza de la Matemática de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, las personas matriculadas en el curso realizaron diversas observaciones a docentes de secundaria y universidad, con el objetivo de analizar el lenguaje empleado en el aula por parte de la persona docente y el estudiantado. En dichas observaciones se recolectaron metáforas empleadas por profesores las cuales fueron analizadas con base en el libro de Pimm (2002) y discutidas en clase. El ejercicio fue de gran enriquecimiento y dio pie a realizar muchas reflexiones importantes sobre el uso de metáforas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de conocimientos matemáticos. Como consecuencia de esta experiencia se han planteado diversos problemas y situaciones que tienen como base las metáforas mencionadas con el propósito de que los participantes del taller puedan encontrar los aspectos positivos y negativos de las mismas a partir de un análisis crítico y discusiones con los compañeros de grupo.

Metodología del taller

El desarrollo del taller se dividirá en dos etapas. Primeramente, se dividirá el grupo de participantes en 4 subgrupos y a cada uno de ellos se le asignan dos *propuestas* de diferentes *situaciones*: una de ellas corresponde a la recolectada a partir de las observaciones y la otra es planteada a partir de lo que sugiere el MEP. Cada subgrupo trabajará en las situaciones y luego discutirán los siguientes aspectos:

1. ¿Qué tan pertinente es el uso de la metáfora para abordar los contenidos matemáticos implicados en la situación planteada?
2. ¿Existen limitaciones o aspectos importantes de los contenidos matemáticos que la metáfora no alcanza a cubrir para su debida comprensión, o ella es suficiente para una comprensión total?
3. Con base en su experiencia, ¿qué posibles confusiones por parte del estudiantado supone que puede implicar el uso de esta metáfora? También vale justificar por qué no se esperarían confusiones.
4. ¿Cuáles ventajas y desventajas (puntuales) puede rescatar de esta metáfora?
5. ¿Utilizaría esta metáfora como estrategia didáctica para abordar los contenidos matemáticos que están involucrados en esta situación o propone una estrategia distinta?

En segunda instancia, cada subgrupo presentará a los demás participantes los problemas que han analizado y sus conclusiones finales acerca del mismo. Por último, se hará un cierre donde se englobe, de manera general (y tomando los aspectos más relevantes), los aportes de todos los participantes con el fin de mostrar la importancia del uso de las metáforas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A continuación, se muestran las situaciones que se utilizarán.

Situación 1: Operaciones con números enteros

Propuesta 1. Leyes de signos para operar números enteros:

+	-	=	-
-	-	=	+

Figura 1. Leyes de signos.

Para la suma y resta. Números con el mismo signo se suman y se conserva el signo y números con signo diferente se restan y gana el signo del mayor.

Para la multiplicación y división. Signos iguales da positivo y signos diferentes da negativo.

Propuesta 2. El Ministerio de Educación Pública (2012) propone los siguientes ejemplos como base para enseñar operaciones básicas con números enteros.

Es necesario utilizar el símbolo "–" (símbolo de resta) para denotar el cálculo del opuesto de un número dado. Así el opuesto de -31 se denotaría simbólicamente $-\ (-31)\ =\ 31$ y el opuesto de 24: $-(24)\ =\ -24$ o bien $-\ 24\ =\ -24$.

Suma y resta. Conviene utilizar la representación de la suma y la resta de números enteros en la recta numérica para afianzar desde otra perspectiva estos algoritmos. Por ejemplo: la operación -6 – -5 se puede representar

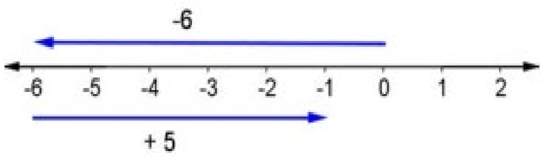

Figura 2. Resta de número enteros.

donde el símbolo de resta representa un cambio de dirección en el desplazamiento que sugiere el segundo término. En este caso se desplazó hasta -6 y luego no se siguió el desplazamiento hacia la izquierda (como lo sugeriría el número -5) sino que se movió en la dirección contraria.

Multiplicación. Determine el resultado de la operación $5\quad -4$. Se espera que cada estudiante utilice la noción de producto como suma sucesiva y que verifique, con operaciones similares, que se sigue cumpliendo la tendencia en el signo del resultado:
$5\quad -4\ =\ -4\ +\ -4\ +\ -4\ +\ -4\ +\ -4\ =\ -20$.

Cuando se trata el producto de dos números enteros negativos, se puede utilizar la noción de número opuesto para justificar el signo que posee el resultado. Observe: $-3\quad -2\ = -\ (3)\ -2\ = -\ (-2\ +\ -2\ +\ -2) = -\ (-6) =\ 6$.

Situación 2: Radicales

Propuesta 1. Suponga que la raíz es una cárcel y que el subradical debe pagar una fianza, donde el pago se lo debe hacer al índice para poder salir de prisión. Descomponga el subradical de manera adecuada para que pueda pagar la fianza y salir de la cárcel: $\sqrt[3]{216}, \sqrt{269}\ , \sqrt[3]{131}$.

Propuesta 2. Resuelva cada una de las siguientes expresiones radicales. Recuerde hacer un uso adecuado de las leyes de potencias: $\sqrt[3]{216}, \sqrt{269}\ \sqrt[3]{131}$.

Situación 3: Identidades trigonométrica

Propuesta 1. Se definen las identidades trigonométricas básicas de la siguiente manera

$$sin\ (\alpha)\ =\ \frac{lado\ opuesto}{hipotenusa},\quad cos\ (\alpha)\ =\frac{lado\ adyacente}{hipotenusa},\quad tan\ (\alpha)\ =\frac{lado\ opuesto}{lado\ adyacente}$$

Sugerencia. La palabra SOHCAHTOA resume las identidades anteriores.

Propuesta 2. Considere el siguiente triángulo rectángulo:

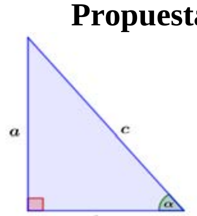

Figura 3. Triángulo rectángulo con medida de lados.

A partir de lo anterior, se definen las identidades trigonométricas como:
$sin\ (\alpha)\ =\ \frac{a}{c},\ \ cos\ (\alpha)\ =\frac{b}{c},\ \ tan\ (\alpha)\ =\frac{a}{b}$

Observación. a se llama lado opuesto al ángulo α; b se llama lado adyacente al ángulo α; y c es la hipotenusa del triángulo en cuestión.

Situación 4: Funciones Logarítmicas

Propuesta 1. Para introducir la propiedad de las asíntotas en las funciones logarítmicas se explica lo siguiente:

a. La función logarítmica es asintótica por abajo cuando la base del logaritmo es mayor que uno.
b. La función logarítmica es asintótica por arriba cuando la base del logaritmo es mayor que cero, pero menor que uno.

Propuesta 2. Para introducir la propiedad de las asíntotas de la función logarítmica se explica lo siguiente:
La función logarítmica tiene una asíntota vertical con la recta $x = 0$, es decir, es asintótica con el eje y.

Referencias y bibliografía

Flores, P. (1999). Empleo de metáforas en la formación de profesores de matemáticas. *Educación matemática*, *11*(01), 89-101.

Lakoff, G. y Johnson, M. (1986). *Metáforas de la vida cotidiana*. Cátedra.

Lakoff, G. y Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. Basic Books.

Ministerio de Educación Pública [MEP]. (2012). *Reforma curricular en ética, estética y ciudadanía: Programas de estudio de matemáticas*. https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/matematica.pdf

Pimm, D. (2002). *El lenguaje matemático en el aula* (3ra ed.). Ediciones Morata, S. L.

Pochulu, M. D., Abrate, R. S., y Font Moll, V. (2021). Implicancias educativas del uso de metáforas en contextos de resolución de ecuaciones. *Revista De Educación Matemática*. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REM/article/view/10403

Sierra Ibáñez, L. F. (2016). *Metáforas en matemáticas: Ecuaciones diferenciales* [tesis, Universidad de Cartagena]. https://hdl.handle.net/11227/8887