



¿POR QUÉ EL NEGATIVO NO TIENE LA MISMA ACEPTACIÓN QUE EL POSITIVO? UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA

Melvin Cruz-Amaya

melvin.cruz@upnfm.edu.hn

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán

Francisco Morazán - Honduras

Propósito

Caracterizar el papel del cero y la negatividad a través del análisis y reflexión sobre sus usos -utilidades- en los cambios de temperaturas reportados en Honduras.

Introducción

Una problemática recurrente en la literatura de Matemática Educativa, son las dificultades de los estudiantes al interpretar, caracterizar y usar los números negativos (Maz-Machado y Rico-Romero, 2009; Parada, Pluvinage, y Sacristán, 2013). De ellas, Glaeser (1981; citado por Parada et al., 2013), declara las siguientes: falta de aptitud para manipular cantidades negativas, conflictos al significar cantidades negativas aisladas —también identificada en profesores—, contrariedad al considerar a los negativos como parte de otros números, inconvenientes al darle significado al cero como número entero, y el uso de los negativos en operaciones concretas.

Para Rodríguez, Gómez y Filloy (2019) estas dificultades están asociadas a factores contextuales —familiar, social, cultural y escolar— que limitan el aprendizaje de los números solo con actividades de conteo —proceso complejo al integrar al cero y los números negativos—. Con ello, proponen una reflexión sobre el cero mediante el desarrollo de tres de sus significados: *el cero como el vacío*, *el cero según su posición* y *el cero como cifra*. En su investigación con estudiantes de Educación Primaria, reconocen una relación directa entre la palabra *nada* y el vacío, pero exponen dificultades al relacionar el vacío y el cero, esto a causa del uso pragmático de los números —el conteo—.

Con el fin de ampliar esta reflexión, Gallardo y Hernández (2009) y Gallardo, Santos y Hernández (2010) reconocen en la resolución de tareas aritméticas y algebraicas cinco significados del cero: *cero nulo*, el que no tiene valor; *cero*

implícito, no aparece escrito pero es parte de la tarea; *cero total*, deviene de dos números opuestos; *cero aritmético*; es el resultado de una operación aritmética; *cero origen*, elemento que separa a los positivos y negativos; y, el *cero algebraico*, es el resultado de una operación algebraica. Algunos de estos significados provienen desde las primeras consideraciones del cero por la humanidad.

A causa de ello, Villamil y Riscanevo (2020) analizan la construcción histórica del cero, donde destacan su interpretación como *valor de referencia* en Egipto, como *valor posicional* en Mesopotamia (al separar símbolos y representar el vacío), como *ausencia de elementos* en China y, como *cifra y número* en India. Además, exponen la interpretación de los mayas en Mesoamérica como *plenitud, estado completo* —a causa de la necesidad de un símbolo para representar un nivel completo y pasar al siguiente— y, de los incas reconocen una interpretación del cero como *ausencia de unidades*, ya que en los quipus (nudos en cuerdas para sus cuentas) dejaban un espacio vacío para representar esa ausencia.

Respecto a los números negativos, usualmente se introducen través de modelos concretos —pérdidas y ganancias, altitudes sobre o bajo el nivel del mar, cronología, ascensor, entre otros— en un entorno aritmético, proceso justificado curricularmente. Dada la cantidad de modelos existentes, Cid y Bolea (2010) los clasifican en: *modelos de neutralización*, magnitudes que pueden tener mismos sentidos o sentidos opuestos, por ejemplo: fichas o bloques de dos colores; y *modelos de desplazamiento*, se expresan desplazamientos o posiciones, por ejemplo: lo que sube o baja la temperatura. Estos últimos son más favorecidos curricularmente en Latinoamérica (Parada, Pluinage, y Sacristán, 2013).

Aunque para Cid y Bolea (2010) estos modelos propician la generación de creencias erróneas, por ejemplo: “el modelo de deudas y haberes puede facilitar que los niños decidan que -7 es mayor que -2 porque una deuda de 7 euros es mayor que una de 2 euros” (p. 578), bajo una caracterización contextualizada e interdisciplinar, además de cumplir con los requerimientos curriculares se puede lograr un análisis reflexivo y profundo de estos números.

En una situación contextual se busca potenciar el uso de los números negativos, por lo que retomamos los *sentidos de uso* (significados socialmente compartidos) que presentan Gallardo y Hernández (2009) y Gallardo et al. (2010) de los números negativos: *número sustractivo*, como $a - b$, donde b es menor que a , es decir, el menos como operación; *número signado*, se asocia el

signo menos a un número; *número relativo*, cantidades opuestas; *número aislado*, como resultado de una operación; y, el *parámetro negativo* en una ecuación. Aunque estos significados no se pretenden desarrollar en la caracterización de los números enteros, se propone robustecerlos en toda la formación escolar.

Estas dificultades y reflexiones sobre el cero y la negatividad provocan interrogarnos, *¿por qué los números negativos no tiene la misma aceptación que los números positivos?* Como lo describen (Parada et al., 2013), dado que la creación de dos ejes opuestos se hace de forma artificial, “todo lo negativo lo volvemos positivo porque no nos gustan los números negativos” (p. 257). Estos autores proponen retomar situaciones contextuales, a través de tres dimensiones imbricadas del conocimiento numérico: la *dimensión abstracta* —estructura matemática—, la *dimensión de recta* numérica y la *dimensión contextual* —uso de los números— (Bruno, 2000; citado por Parada et al., 2013).

Basado en los argumentos anteriores, se busca una reflexión sobre la negatividad y el cero en la caracterización de los números enteros, con estudiantes universitarios de diferentes carreras de humanidades de un curso de Matemática General, mediante una experiencia didáctica que se fundamenta a continuación.

Fundamentación

Esta experiencia didáctica responde a la problemática descrita en el apartado anterior y se fundamenta en:

Aspectos teóricos: el diseño de la experiencia tiene como características, la *contextualización* e *interdisciplinariedad*. La *contextualización*, refiere a la valoración de un escenario donde viven esos números, en esta experiencia, los cambios de temperatura. Por su parte, la *interdisciplinariedad*, refiere al análisis de un fenómeno desde varias disciplinas científicas (Bruce et al., 2017), en este caso, el análisis de la temperatura a través del estudio físico de los estados del agua. De forma general, la experiencia retoma un modelo por desplazamiento (Cid y Bolea, 2010): cambios de temperatura. Se tiene como fin, caracterizar el papel de los negativos y del cero, y con ello robustecer los significados propuestos por Gallardo et al., (2010).

Aspectos técnicos y didácticos: a causa de la situación de pandemia, se diseñó la experiencia para ser aplicada a través de una sesión sincrónica por la plataforma Zoom, utilizando la pizarra digital de OpenBoard —en la que estaba

preparada la secuencia con anterioridad—. Entre los aspectos didácticos, se buscó contextualizar a los estudiantes en situaciones cercanas a su realidad, analizar dichas situaciones, y con ello, reflexionar el uso —utilidad— del cero y la negatividad.

Actividad didáctica

La actividad didáctica se estructuró en cinco etapas (ver figura 1): (1) la presentación de dos situaciones contextuales sobre temperatura, una de las más bajas y una de las más altas reportadas en Honduras; (2) se analizan las situaciones y caracterizan el calor de varios cuerpos, considerando el proceso de solidificación del agua como referencia; (3) se observa un mapa de Honduras con temperaturas de diferentes ciudades, se marcan en un termómetro algunas de ellas, y se comparan; (4) se asocia la referencia con el cero, se identifican y caracterizan los naturales y los negativos, y con ellos, se

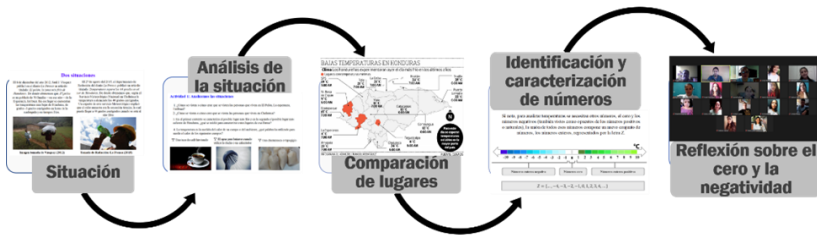


Figura 1. Estructura de la actividad didáctica. Elaboración propia.

habla de los números enteros; finalmente, (5) se genera una reflexión sobre el cero y la negatividad en las situaciones analizadas y en otros contextos de la vida cotidiana.

Puesta en escena

Esta experiencia didáctica se llevó a cabo con estudiantes de un curso de Matemática General de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras, con un tiempo de aplicación de una hora reloj, a través de una sesión virtual sincrónica, la cual se grabó en video para un análisis posterior, dependiente de la literatura revisada.

Para la puesta en escena, el profesor inició leyendo las situaciones. A través de varias preguntas —antes planificadas— se guió el análisis de las situaciones y la descripción del calor de varios cuerpos. Inicialmente, los estudiantes se

conflictuaron al describir las situaciones, ya que para ellos no tenían incumbencia con las matemáticas, luego tomaron confianza y participaron de forma fluida, discutiendo las opiniones de sus compañeros. La pizarra digital de OpenBoard resultó ser valiosa, ya que, sus aplicaciones permitieron un mejor desarrollo, por ejemplo, al usar la lupa para visualizar datos. Dado que se favoreció la reflexión individual y/o colectiva, los estudiantes antepusieron sus opiniones, reflexiones y ejemplos antes que sus preguntas.

Reflexiones

Del objetivo de la actividad, se logró cuestionar el uso del cero y de los números negativos desde la situación contextual propuesta y desde otras situaciones cotidianas, lo que permitió la caracterización de los números naturales y enteros. Para identificar y describir significados del cero y de la negatividad que potenció la experiencia, se retoman la clasificación de Gallardo y Hernández (2009) y Gallardo et al. (2010) y se muestran algunos ejemplos con fragmentos de transcripciones del video, en los cuales, P: profesor, E1: estudiante 1, E2: estudiante 2.

Ejemplo 1:

-P: ¿Qué número colocaría en nuestra referencia?, ¿por qué?

-E1: El número cero, porque quedaría entre menor grado y mayor grado, entonces sería un número neutro entre positivos y negativos.

-E2: Bueno, siempre sería el cero, el por qué, sería porque es la base o es el comienzo tanto de los positivos como los negativos.

Interpretación del ejemplo 1: cuando se habla de la referencia, se alude al proceso de solidificación del agua. De este fragmento se interpreta el cero como origen, en las frases: “quedaría entre menor grado y mayor grado” y “es el comienzo tanto de los positivos como los negativos”.

Ejemplo 2:

-E1: (presentan el ejemplo de un préstamo de un banco).

-P: Ok, vea qué interesante ese ejemplo que ha puesto usted, suponga que un banco nos hace un préstamo, entonces, a medida que pasa el tiempo, como nosotros lo debemos, ¿con qué números vamos a representar esa deuda?

-E1: ah, negativos.

-P: Pero en mi versión va a ser ese número negativo y en la versión del banco va a ser un número positivo; entonces va a depender, la misma situación, la misma cifra, pero para mí va a tener un signo y para el banco tiene otro signo.

Interpretación del ejemplo 2: en este ejemplo, identificamos al número negativo como *número relativo* —las mismas cifras con diferente signo entre el deudor y el banco— y como *número signado* —a nuestra deuda le asignamos el signo negativo—.

En la experiencia se potenciaron los siguientes significados de los números negativos: número sustractivo, número signado y número relativo; del cero: cero nulo, cero implícito, cero aritmético y cero origen. Además, como la actividad didáctica buscaba favorecer algunas interpretaciones históricas del cero (Villamil y Riscanevo, 2020): como referencia, valor posicional, plenitud y, número; se generó una reflexión mucho más profunda sobre el uso del cero.

Para finalizar, se reconoce la importancia de los resultados de investigación para estructurar experiencias didácticas, se valora el papel de la contextualización y la interdisciplinariedad en generar un escenario propicio para la reflexión y construcción de conocimiento matemático. Lo que permite concluir que la interpretación, caracterización y uso de los números negativo y del cero, bajo las características de esta experiencia, demuestran que tanto los negativos como los positivos tienen la aceptación que el contexto de aplicación requiere.

Referencias

- Bruce, C. D., Davis, B., Sinclair, N., McGarvey, L., Hallowell, D., Drefs, M., ... Woolcott, G. (2017). Understanding gaps in research networks: using “spatial reasoning” as a window into the importance of networked educational research. *Educational Studies in Mathematics*, 95(2), 143–161. Doi: 10.1007/s10649-016-9743-2
- Cid, E., y Bolea, P. (2010). Diseño de un modelo epistemológico de referencia para introducir los números negativos en un entorno algebraico. En *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d’action* (pp. 575–594).

- Gallardo, A., Santos, N., y Hernández, J. . (2010). La Aparición Simultánea De Los Sentidos De Uso De Los Números Negativos Y El Cero En Alumnos De Secundaria. Un Estudio De Caso. *Investigación En Educación Matemática*, 14(1), 303–314.
- Gallardo, A., y Hernández, A. (2009). Sentidos de uso del cero y la negatividad en la recta numérica. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 57–66.
- Maz-Machado, A., y Rico-Romero, L. (2009). Números negativos en los siglos XVIII y XIX: Fenomenología y representaciones. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 537–554.
- Parada, S. E., Pluinage, F., y Sacristán, A. I. (2013). Reflexiones en una comunidad de práctica de educadores matemáticos sobre los números negativos. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 33, 233–266.
- Rodríguez, M. L., Gómez, B. y Filloy, E. (2019). Learning difficulties of the number zero , in elementary school students. En *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 513–522).
- Villamil, J., y Riscanevo, L. (2020). Perspectivas históricas y epistemológicas del número cero. *Praxis y Saber*, 11(26), 1–20.

Anexos

Anexo 1: <http://bit.ly/DiseñoActividadDidáctica>

Anexo 2: <http://bit.ly/VideoPuestaEscena>