

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ABIERTOS EN EL TRASPASO DEL PENSAMIENTO NUMÉRICO AL ALGEBRAICO BAJO UNA SECUENCIA NEURODIDÁCTICA

Priscilla Olivares Pérez

Universidad San Sebastián (Chile)

Priscilla.olivares.perez@gmail.com

RESUMEN: La resolución de problemas que involucra el traspaso de la aritmética al álgebra genera en los estudiantes dificultades y un proceso de mecanización. La siguiente investigación tiene como objetivo aplicar una secuencia a un grupo de alumnos (15-18 años) de educación media para adultos en Chile. La secuencia es construida en tres niveles utilizando la resolución de problemas abiertos como un medio para el desarrollo del pensamiento numérico y algebraico. Se utilizan elementos de la neurodidáctica, específicamente el uso de las funciones ejecutivas. Esto contribuye a la mejora de los procesos cognitivos de este grupo al resolver este tipo de problemas matemáticos.

Palabras clave: resolución de problemas, neurodidáctica, pensamiento numérico-algebraico

ABSTRACT: Problem solving which involves the transfer of arithmetic to algebra makes students' experience difficulties and use a mechanical process. This research aims to apply a sequence to a group of students (15-18 years) of adult education in Chile. The sequence is structured in three levels by using open problem solving as a means to develop numerical and algebraic thinking. Elements of neuro-didactics are used, specifically, executive functions. It contributes to the improvement of the cognitive processes of this group when solving this type of mathematical problems.

Key words: Problem solving; Neuro-didactics; Numerical-algebraic thinking

■ Introducción

Los estudiantes de educación media de adultos de un colegio de Chile presentaban dificultades en la comprensión y resolución de problemas matemáticos cuando debían realizar traspasos de lo numérico a lo algebraico. Según lo planteado por Kieran (2004), los estudiantes tienen dificultades cuando deben realizar estos ajustes. La gran mayoría de estos alumnos no se adaptaba al sistema de enseñanza tradicional impartida por los colegios chilenos y como consecuencia repetían niveles. El método de enseñanza utilizado en ese momento por el docente a cargo de la asignatura de matemática no presentaba efectividad. Es por esto que se busca aplicar una nueva propuesta de enseñanza-aprendizaje que ayudará a los estudiantes a generar sus propios conocimientos. De esta manera surge la pregunta: ¿Qué efectos produce la resolución de problemas abiertos en el desarrollo del pensamiento numérico-algebraico considerando una secuencia neurodidáctica? Para responder a esta pregunta de investigación se genera una propuesta neurodidáctica fundamentada en los trabajos expuestos por Meléndez (2009).

Se consideran las funciones ejecutivas como parte principal para la creación de cuestionarios, utilizando los problemas abiertos como un medio para conectar elementos numéricos y algebraicos. El presente estudio relaciona dos corrientes de la matemática educativa, la resolución de problemas y el pensamiento numérico-algebraico, que se incorporan en una propuesta de tipo neurodidáctico. Surge la necesidad de aplicar una nueva propuesta de enseñanza que permita ver los resultados que tendría un grupo de estudiantes que presentaban problemas en la resolución de problemas algebraicos.

■ Marco teórico y Metodología

En esta investigación se elabora un Marco Teórico basado en la literatura de concepciones de pensamiento numérico y algebraico, además de los conceptos de neurodidáctica que permiten confeccionar los cuestionarios de problemas abiertos. Para los conceptos numéricos-algebraicos se trabaja con definiciones de (Ortíz, 2009; Kilpatrick, 2001; Gascón, 2012), resolución de problemas (Poyla, 1962; Schoenfeld, 1992; Díaz & Poblete, 1994) y elementos neurodidácticos (Meléndez, 2009; Fernández, 2010). Se define la neurodidáctica como una disciplina que conecta la didáctica con la psicología y la neurociencia, cuyo propósito principal es mejorar las prácticas docentes y el aprendizaje de los estudiantes. Desde esta perspectiva, el aprendizaje es visto como un cambio en el proceso interno cerebral, produciendo que las conexiones sinápticas que generan los cambios de pensamiento y comportamiento se realicen por medio de una intervención teórica, dadas ciertas prácticas o experiencias de vida (Valdez, 2008).

Las funciones ejecutivas mejoran los procesos cerebrales de aprendizaje y ordenan las acciones cognitivas y de comportamiento. Son necesarias para realizar acciones que dependen de los sistemas de atención y memoria, y se definen como un conjunto de capacidades que hacen que el pensamiento se transforme en las diversas acciones requeridas para funcionar de forma organizada, flexible y eficaz, encargándose de adaptar al individuo a diferentes situaciones y de permitirle la solución de

problemas de manera exitosa y aceptable (Punset, 2007, citado en Meléndez, 2009). Desde una perspectiva educacional las funciones cognitivas de Meléndez (2009) requieren de un alto nivel cognitivo.

Estas se definen como:

- Observación: es la habilidad de concentrar eficientemente todos los canales de percepción en el fenómeno de análisis, con el fin de identificar todos los posibles componentes del objeto y sus relaciones;
- Anticipación-predicción-flexibilidad: es la habilidad de plantear hipótesis y especulaciones de resultados y predispone para cambios seguros, con lo que se logra el pensamiento flexible;
- Orden-organización-planificación: es la habilidad de organizar la información (datos o componentes), siguiendo criterios o secuencias preestablecidas o que se encuentran bajo prueba de ensayo y error mientras se intenta la resolución de problemas;
- Resolución de problemas: se refiere a la habilidad de identificar claramente un problema fundamental de los problemas derivados, así como de los paralelos, y de la determinación de las causas y consecuencias de cada uno de éstos, antes de ensayar las soluciones;
- Toma de decisiones: se refiere a seleccionar la mejor solución según las circunstancias dadas o sus posibles cambios;
- Comunicación asertiva: se refiere a ser persuasivos en el momento de comunicar nuestra propuesta, cuya exposición obliga a una interpretación de la intencionalidad de los destinatarios y a la utilización de un lenguaje apropiado.

Estas habilidades se relacionan directamente con los procesos internos de la resolución de problemas y pueden ayudar a los docentes a diseñar situaciones que activen estas funciones para un desarrollo cognitivo.

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo de tipo diseño emergente, en el que se establecen cuatro fases para llevar a cabo un estudio. En la primera fase se realiza un análisis preliminar del contexto educativo donde es aplicada la propuesta, en la segunda fase se presenta la construcción de la propuesta, en la tercera fase se presenta la aplicación de la propuesta y en la fase final se presentan las respuestas y los tipos de análisis efectuados.

■ Propuesta

Para definir la propuesta se confeccionaron quince situaciones de problemas abiertos que tenían como base elementos aritméticos-algebraicos y las funciones ejecutivas del trabajo de Meléndez (2009). Los elementos aritméticos-algebraicos se establecieron como el estudio de las variables de los problemas que los estudiantes, en algunos casos, debían definir y, en otros, identificar. Para la validación de las problemáticas abiertas se adaptó la lista de cotejo que Meléndez propone en su investigación, donde

se plantea como criterios a evaluar: la motivación, la atención, la elaboración de ideas, procesos de entrada y salida, procesos complejos, uso de las funciones ejecutivas, y formas de razonamiento. Se realizó la validación de éstas a juicio de expertos del área, los cuales entregaron observaciones oportunas para su respectiva mejora y posterior aplicación.

Las situaciones problemas que se seleccionaron para la construcción de la propuesta neurodidáctica tuvieron la mayor escala numérica de la rúbrica y se relacionaron con las experiencias de los estudiantes involucrados en la sala de clases. Se plantearon tres cuestionarios de dos preguntas abiertas como se aprecia en la figura 1.

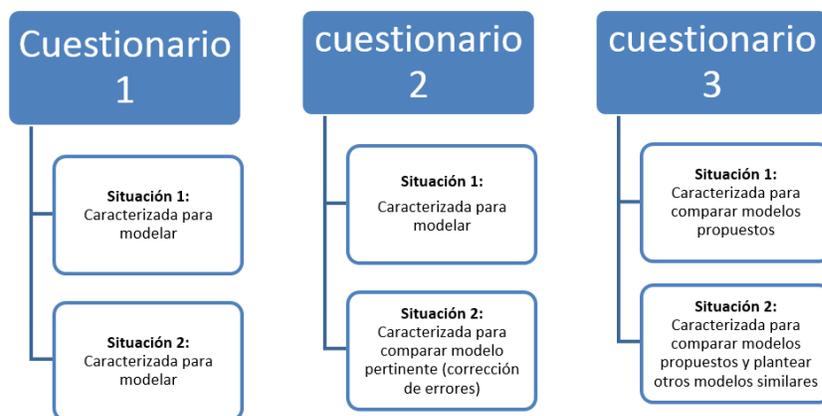


Figura 1. Esquema de Aplicación de cuestionarios de secuencia neurodidáctica.

Los problemas seleccionados se dividieron en dos tipos: planteamiento y comparación. Los problemas del tipo planteamiento se enfocaban en la modelación algebraica de la situación planteada, mientras que en los problemas de tipo comparación se pretendía entregar un modelo algebraico para que los estudiantes decidieran la pertinencia del modelo más adecuado.

La aplicación de la secuencia neurodidáctica se aplicó en un periodo de cuatro semanas. El primer cuestionario contenía dos problemas del tipo planteamiento, el segundo cuestionario dos problemas mixtos y, finalmente, el tercer cuestionario dos problemas de tipo comparación. Antes de la aplicación del primer y segundo cuestionario, se activaron los conocimientos de los estudiantes con juegos de lógica matemática para despertar el interés, la participación y la motivación para el aprendizaje.

A continuación, se muestran tres preguntas de cada cuestionario. En el primer cuestionario se presenta una situación caracterizada para modelar (ver figura 2). En ella se señala una conversación que tienen dos estudiantes del curso cuando conversan de monedas. En la problemática se les solicita dar respuesta a las preguntas planteadas donde la argumentación para explicar los procedimientos es una instancia para que los estudiantes comiencen a formular hipótesis.

Shai tiene en su monedero la cantidad de 200 pesos pero distribuidos en monedas de \$10 y \$5, en total tiene 22 monedas. Sebastián le pregunta. ¿Cuántas son de \$10 y cuántas de \$5? A lo que Shai responde “¿Por qué me preguntas eso?”. Sebastián le dice “pues porque quiero saber”. Con tu compañero de puesto comenta lo sucedido y respondan individualmente:

- a) ¿Cómo le podrías ayudar a Shai a responder la pregunta de Sebastián?
- b) ¿Cómo podrías encontrar el número de monedas de \$10 y \$5?
- c) Ahora observa lo que hizo tu compañero de banco al responder las preguntas anteriores. ¿Pensaron de la misma manera? ¿Por qué?
- d) ¿Cómo podrías explicar tu procedimiento en el curso para que se entienda de la mejor forma este problema?

Figura 2. Problema abierto, primer cuestionario secuencia neurodidáctica.

En la segunda situación problema (ver figura 3) los estudiantes deben identificar las variables involucradas y verificar si lo planteado como respuesta es la adecuada o deben realizar adecuaciones.

En un trabajo grupal se pide que revises el desarrollo de una actividad a un compañero de curso. Se planteó el siguiente problema: “En una tienda de muebles, se ofrece un sueldo de \$ 250.000 más \$ 5.000 por cada mueble terminado. ¿Cuál es la expresión que modela esta situación?” **y la respuesta que se obtuvo fue la siguiente:** “ $sueldo = 250.000 \cdot n + 5.000$ ” n es el número de muebles.”

- a) ¿Consideras correcto el desarrollo efectuado por tu compañero? ¿Por qué?
- b) ¿Cuáles condiciones facilitan la comprensión del problema? Explica.
- c) ¿Cómo lo guiarías para que desarrollara el problema?
- d) ¿Cuáles elementos del problema te permiten encontrar una respuesta? Explica.
- e) ¿Cómo encuentras la solución del problema? Explica.

Figura 3. Problema abierto, segundo cuestionario secuencia neurodidáctica

En la tercera situación los estudiantes deben analizar las variables de las expresiones algebraicas y decidir cómo influyen en la resolución del problema, además deben realizar una comparación de los modelos algebraicos seleccionando y argumentando su elección.

Para la fiesta de fin de año, se realizan cotizaciones en dos lugares diferentes con capacidad máxima para 100 personas. Daniel junto a Gabriela cotizan cuáles son los valores más adecuados y se los presentan en la reunión del curso.

| Primera oferta: | Segunda oferta: |
|---|--|
| "HOTEL GAGA" | "HOTEL I'OGGINS" |
| P= números de personas | P=número de personas |
| R= costo por bar abierto | R= costo por bar abierto |
| Costo total= $P \cdot R + 1.500$ | Costo total= $p \cdot 1.500 + R$ |
| <i>Importante: el costo de bar abierto corresponde a \$10.000</i> | <i>Importante. El costo de bar abierto corresponde a \$100.000</i> |

- Observa las dos propuestas y sin realizar cálculos. ¿Cuál de las dos ofertas es más conveniente? ¿Por qué cree eso? Explica
- Si acuden más de 50 asistentes ¿Qué sucede con el valor que deben pagar por persona a medida que aumenta el número de asistentes en cada oferta?
- ¿Qué significado tiene para este problema el uso de variables?
- Si modificamos los valores de las variables, ¿Qué sucede con los costos totales de cada oferta?

Figura 5. Problema abierto, tercer cuestionario secuencia neurodidáctica.

■ Conclusiones

El estudio de los procesos cognitivos de los estudiantes, tiene un rol primordial para el aprendizaje de las matemáticas. Se considera necesario para la enseñanza de esta disciplina conocer nuevas herramientas cognitivas que permitan mejorar y modificar la enseñanza tradicional, para que los estudiantes la puedan comprender de una mejor manera y formar un pensamiento matemático sustentado en los procesos cognitivos internos de cada individuo.

Bajo esta perspectiva, la neuroeducación juega un papel primordial, considerándose una de las teorías más recientes y que puede entregar elementos claves para la mejora de las propuestas de enseñanza de las matemáticas. Es por esto que el objetivo de esta investigación consistió en generar una propuesta neurodidáctica que relacione el pensamiento numérico algebraico y la resolución de problemas abiertos. La elección de estas dos líneas de investigación se fundamenta en las dificultades que tienen los estudiantes cuando deben resolver problemas que involucren elementos algebraicos. La necesidad de comunicar la forma en que ellos logran resolver estas problemáticas, son manifestadas con el uso de problemas abiertos, pues se considera la libertad que presenta el alumnado cuando plantea sus respuestas.

La construcción del pensamiento numérico-algebraico se realiza a través de los niveles de enseñanza. En el periodo básico se construye el pensamiento numérico por medio del descubrimiento y exploración a través del conjunto de números pequeños que se van prolongando a medida que se implementan estrategias de cálculos mentales. En el desarrollo del pensamiento algebraico, los estudiantes deben encontrar relaciones entre números, formas, conceptos y objetos. Utilizan los patrones para lograr predecir y fundamentar los tipos de razonamientos involucrados en los problemas planteados por el sistema escolar chileno. El uso de problemas contribuye a ciertas habilidades que proponen las competencias matemáticas de Prueba PISA y que son fundamentales para el aprendizaje de conceptos matemáticos. De esta manera se presentan niveles de desarrollo que fomentan la capacidad de abstracción, comunicación, generalización, entre otras y que contribuyen al desarrollo de estos pensamientos.

Por lo que se busca una relación entre el pensamiento numérico-algebraico, la resolución de problemas abiertos y la neurociencia para tener una referencia y establecer la generación de actividades presentes en los cuestionarios. Lo que se demostró es que en las investigaciones existentes con estas temáticas no se evidenciaba una conexión tan directa, pues se relacionan las problemáticas con conceptos algebraicos, pero no con el uso de la neurodidáctica. De esta manera es importante destacar que al establecer este tipo de relaciones se puede contribuir a la exploración del desarrollo del álgebra bajo otras miradas más significativas para el estudiante, por lo que la consideración de propuestas que conecten estos tópicos puede contribuir a la mejora de la enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos.

Finalmente, las evidencias que se lograron en la aplicación de las situaciones problemas propuestas revelan la importancia de continuar con la investigación, identificando la manera en que los estudiantes razonan en las distintas áreas de la matemática. Este inicio de la aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza media puede contribuir a la mejora de los procesos educacionales apoyando a los docentes en su quehacer profesional y planteando nuevas inquietudes acerca de los métodos tradicionales de enseñanza.

■ Referencias bibliográficas

- Angulo, F., Díaz, L., Joglar, C., Labarrente, A. & Ravanal, E. (2012). *Las competencias de pensamiento científico desde las voces del aula. Volumen 1: (47-82)*. Chile: PROYECTO FONDECYT.
- Díaz, V. & Poblete, A. (1994). *Evaluación de los aprendizajes matemáticos en la enseñanza secundaria en el marco de la reforma educacional*. Chile: CONICYT. Fondecyt 1990558
- Fernández, J. (2009). Neurociencias y Enseñanza de la Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*. ISSN:1681-5653. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3116473>
- Gascón, J. (1993). Desarrollo del conocimiento matemático y análisis didáctico: Del patrón análisis síntesis a la génesis del lenguaje algebraico. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 13(3), 295-332.
- Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in the early grades: What is it? *The Mathematics Educator*, 8(1), 139-151.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (Eds.) (2011). Adding it up. Helping children learn mathematics. Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- Meléndez, L. (2009). Neurodidáctica y el desarrollo de las funciones ejecutivas. *VIII Congreso Educativo: El sentido de la Educación en un Mundo en Crisis*. Universidad Interamericana de Costa Rica, Costa Rica.
- Ortiz, A. (2009). Lógica y pensamiento aritmético. *PNA*, 3(2), 51-72.
- Polya, G. (1962). *Mathematical discovery: On understanding, learning, and teaching problem solving*. New York: John Wiley.
- Radford, L. (2009). Cerebro, Cognición y matemáticas. *Relime*. 12(2), 215-250. Disponible en <http://www.clame.org.mx/relime.htm>
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning: (334-370)*. New York: MacMillan.
- Valdez, H. (2008). Introducción a la Neurodidáctica. Curso de Capacitación docente. AE. Disponible en <http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/h.veloz.pdf>