

Un estudio de fMRI durante el comienzo del aprendizaje de relaciones, sucesiones y estructuras multiplicativas

Ma. Herlinda C. Martínez de la Mora ¹ Lilian Gómez Salgado ³
Martín Ramírez Meza ² Emilio Sacristán Rock ⁴

RESUMEN

Actualmente, las estrategias empleadas para el aprendizaje de las multiplicaciones impiden que los estudiantes les otorguen cabal sentido. En dos campos se han abordado investigaciones al respecto, tanto en Matemática Educativa como en Neurociencias, pero se requiere articular estos dos ámbitos. Aquí se reporta el avance de una investigación en curso. Para ello se efectúan tareas con sucesiones multiplicativas en una sala de casa de las niñas (con grupo experimental y control), emulando una aula escolar, y se visibilizan los cambios en las activaciones de las áreas neuronales en el surco intraparietal IPS, y la circunvolución angular izquierda IGA, medible a través de imágenes por resonancia magnética funcional fMRI (por sus siglas en inglés), y prueba diagnóstica y posterior a un curso-taller didáctico que mide la habilitación de las sucesiones y el uso multiplicativo con sentido, fluido y flexible. Esta investigación es de tipo exploratorio, experimental y abierto.

PALABRAS CLAVE

Multiplicación, Aprendizaje inicial, Sucesiones, Regiones neuronales, Surco intraparietal.

¹ he17r@yahoo.com.mx

Universidad Autónoma Metropolitana, U. Iztapalapa (estancia posdoctoral), México
<https://orcid.org/0000-0002-3982-2242>

² mramirez@ci3m.mx

Universidad Autónoma Metropolitana, U. Iztapalapa, México
<https://orcid.org/0000-0002-6094-6696>

³ lilian.gomez.salgado@gmail.com

Universidad Autónoma Metropolitana, U. Iztapalapa, México
<https://orcid.org/0009-0009-9751-5628>

⁴ esacristan@ci3m.mx

Universidad Autónoma Metropolitana, U. Iztapalapa, México
<https://orcid.org/0000-0001-6196-6288>

Martínez de la Mora, Ma. H. C., Ramírez Mesa, M., Gómez Salgado, L., & Sacristán Rock, E. (2024). Un estudio de fMRI durante el comienzo del aprendizaje de relaciones, sucesiones y estructuras multiplicativas. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 569–573). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-68>

INTRODUCCIÓN

Actualmente se necesita buscar alternativas para que los alumnos otorguen sentido a las entidades aritméticas. El aprendizaje inicial de las multiplicaciones desde un enfoque relacional presumiblemente permite que desde un comienzo se prepare al estudiante para que identifique con fluidez y recupere sin mecanizar las relaciones implicadas en las llamadas tablas de multiplicar. Por ello, es necesario hacer investigación en el laboratorio de fMRI, pero articulada a la racionalidad existente en un aula escolar cotidiana, ello es relevante en lo que concierne a la educación matemática básica.

ANTECEDENTES

En el ámbito educativo se ha abordado la investigación de las multiplicaciones desde enfoques diversos y en diferentes aspectos, entre los autores más destacados están Dienes (1974) y Vergnaud, (2003). Respecto al ámbito de neurociencias, Dehaene, et. al. (2003) plantean el modelo del triple código para el procesamiento numérico, en donde proponen que el segmento horizontal del surco intraparietal hIPS (por sus siglas en inglés) es el área donde se lleva a cabo la semántica de los números, por lo que esta región neuronal es especialmente relevante de atender para el tema que ahora nos ocupa.

Planteamiento del problema ¿Es factible habilitar sucesiones multiplicativas?

Actualmente en la educación básica, la enseñanza y el aprendizaje de las multiplicaciones está enfocado bajo la premisa de que los alumnos pueden comprender la aritmética mediante la resolución de problemas, y el aprendizaje de las tablas de multiplicar mediante la recitación que mecaniza (este sigue vigente en las aulas). Quizás el inconveniente de este enfoque reside en que el cerebro atiende a una sola cosa a la vez (Dehaene 2019). Y que la oralidad no suscita que se otorgue sentido a las relaciones multiplicativas.

En el ámbito de neurociencias hay cierto consenso respecto a que las multiplicaciones se recuperan fundamentalmente en regiones del cerebro que se activan (la región destacada es la circunvolución angular izquierda IGA) mediante la recuperación de las tablas de multiplicar y la solución de algoritmos tipo 6×4 , lo cual se ha evaluado con fMRI, Campbell y Xue (2001), Grabner et al. (2008), y Dehaene (2016). Sin embargo, al parecer ello no contribuye a que los estudiantes otorguen sentido a las multiplicaciones.

Aunado a ello, no se enfatizan las sucesiones al inicio del aprendizaje de las multiplicaciones. Tales sucesiones, en la mayoría de los casos, quedan implícitas en los productos de las tablas de multiplicar. No obstante, hay algunas experiencias respecto al empleo de las sucesiones al comienzo del aprendizaje de las multiplicaciones, tal como lo muestran Trejo (2022), Isoda y Olfos (2020), Trejo y Valdemoros (2015), y García (2006).

El problema se presenta al preguntarse si tales sucesiones multiplicativas pueden suscitar la activación de la región neuronal hIPS de una forma diferente a la forma habitual de activación, y se requiere también explorar qué papel desempeña el giro angular. Planteamos iniciar con las sucesiones de los primeros 4 números primos y el diez al comienzo del aprendizaje de las multiplicaciones, dado que es necesario buscar alternativas para que los alumnos otorguen sentido relacional a tales entidades y que utilicen los algoritmos con sentido y pertinencia.

Preguntas de Investigación

- ¿Qué zonas neuronales se reclutan para que los estudiantes den sentido relacional a las multiplicaciones?
 - ¿Hay alguna diferencia en la activación del IPS y zonas aledañas, el IGA y la corteza prefrontal dorsolateral con respecto a las activaciones de tipo aditivo confrontadas con las activaciones multiplicativas, después de que un grupo de niñas aprende en el curso-taller didáctico?
- Dadas estas interrogantes, formulamos las siguientes hipótesis.

Hipótesis

1. La regularidad que implica las multiplicaciones mediante las sucesiones con cifras indo-arábigas señaladas con los dedos suscita la activación en zonas neuronales, IPS y aledañas, la corteza prefrontal dorsolateral, y el giro fusiforme, las cuales son el fundamento para que el estudiante dé sentido relacional a la multiplicación y su algoritmo. Se espera en estas regiones neuronales el mayor pico y *cluster* de activación mientras que los estudiantes del grupo control que aprenden las multiplicaciones de forma habitual activan el IGA de manera preferencial.
2. Se puede producir una calibración más afinada en el IPS, lo cual implica que la imprecisión creciente que aumenta con el número no se va a observar (en los términos de las sucesiones los cuales involucran números grandes) al ejercitarse con sucesiones multiplicativas.

Método de investigación

Se opta por un diseño experimental de tipo exploratorio, puro y abierto. Incluye dos ámbitos:

1. En el laboratorio de fMRI.
2. El curso-taller didáctico escolar en una sala de casa de las niñas.

Definición del universo

Grupo de niñas que cursen 2do grado de primaria o niñas de grados superiores que aún no sepan las tablas de multiplicar recitadas.

Selección de las fuentes, técnicas y procedimientos de recolección de la información

a) Propuesta de tareas para el laboratorio de fMRI.

Para el diseño experimental se considera el paradigma de bloques. Este consiste en el empleo de un paradigma de estimulación diseñado para evocar una activación en el IPS, y regiones aledañas, corteza prefrontal dorsolateral, el IGA, (este en grupo control). La propuesta inicial consta de 8 bloques con 10 ítems de activación y sus respectivos bloques de reposo entre ellos.

b) En cuanto al ámbito escolar emulado en las sala de casa de las niñas, un equipo es experimental y el otro equipo es control.

El equipo experimental se formó con las niñas que cumplen el criterio de inclusión, esto es no saber las tablas de multiplicar recitadas.

El curso-taller didáctico se aplica al equipo experimental durante 6 meses, 2 veces por semana con una sesión de 30 minutos aproximadamente. El equipo control aprende las multiplicaciones de forma habitual, mediante la asistencia a su escuela de forma cotidiana (oralidad y sentido mediante resolución de problemas).

Los instrumentos de recolección de datos

En Sala de Casa de las niñas:

1. Prueba diagnóstica, mediante la parte correspondiente a aritmética de la prueba estandarizada de la SEP, 2do grado, y prueba del propio estudio.
2. Tarjetas y hojas de registro de las tareas durante el curso y fotos de conteo con palitos.
3. Prueba de aprovechamiento después del curso didáctico y la parte correspondiente a aritmética de la prueba estandarizada SEP.

En el laboratorio de fMRI:

1. Adquisiciones de fMRI antes y después del curso – taller didáctico.

El curso didáctico consiste en las siguientes tareas y ejercitaciones. Así mismo, el Método de detección de los cambios ocurridos después de la aplicación del curso-taller didáctico se basa en dichas tareas que se incluyen en el cuestionario de aprovechamiento y en los ejercicios que conforman los paradigmas en el laboratorio de fMRI: hacer sucesiones multiplicativas con palitos y relacionarlas con cifras indo-arábigas, escribir sucesiones multiplicativas con cifras indo-arábigas y señalarlas con el dedo sin oralidad, tareas de identificación de número faltante en sucesiones, tareas para detectar errores en sucesiones, tareas para reconocimiento de la sucesión e identificación del antecesor y sucesor con términos multiplicativos, y algoritmos multiplicativos con factores de una cifra.

AGRADECIMIENTOS

Un profundo agradecimiento a la Lic. Leticia Becerril, a la Profesora Dalia Geuguer, a la Pedagoga Karla Salazar, y al Lic. Hugo Coronel por su contribución para hacer posible esta investigación.

REFERENCIAS

- Campbell, J. I. D., & Xue, Q. (2001). Cognitive arithmetic across cultures. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 299–315.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.299>
- Dehaene, S. Piazza, M. Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6) 487–306.
<https://doi.org/10.1080/02643290244000239>
- Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente* (M. J. D'Alessio Trad.) (1a ed.). Siglo Veintiuno Editores.
- Dehaene, S. (2019). ¿Cómo aprendemos?: *Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro*. (M. J. D'Alessio, Trad.) (1a. ed.). Siglo Veintiuno Editores.
- Dienes, Z. P. (1974). *Las seis etapas del aprendizaje en Matemática*. Teide.
- García, V. (2006). *La construcción del número en el niño de primaria. Aplicación de un taller de Matemáticas*. [Tesis de maestría, Universidad de las Américas].
- Grabner, R., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neuper, Ch. (2008). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus mediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia*, 47(2), 604–608.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.10.013>
- Isoda, M., & Olfos, R. (2020). Introduction of Multiplication and Its Extension: How Does Japanese Introduce and Extend? En M. Isoda, & R. Olfos, (Eds.), *Teaching Multiplication with Lesson Study*, (pp. 65–101).
https://doi.org/10.1007/978-3-030-28561-6_7
- Trejo, L., & Valdemoros M. E. (2015) La maestra Luna y la enseñanza de la multiplicación. En P. Rick Scott, & Á. Ruíz. (Eds.) *Memorias de las XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática* (pp. 413–422). CIAEM-IACME.
- Trejo, L. (2022). Enseñanza de las formas geométricas y los números en la escuela primaria multigrado. *Uno, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 96(2), 17–24.
- Vergnaud, G. (2003). *El niño, las matemáticas y la realidad. Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria* (8 ed.). Trillas.