

IMPORTANCIA DE LA PERCEPCIÓN VISUAL Y LINGÜÍSTICA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS.

*Luis Armería Zavala, Sara Catalina Hernández Gallardo y Miguel Ángel García Ruíz
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas y Algoria University, Department of Computer Science and Mathematics*

Resumen

La investigación tiene como propósito analizar la relación entre la percepción visual y la percepción lingüística en la evaluación del aprendizaje de las matemáticas. Para esto se analiza una muestra probabilística de las escuelas ($n=114$) donde se aplicó la prueba ENLACE para evaluar el aprendizaje de los estudiantes de tercer grado ($n=4650$) del municipio de Zapopan, Jalisco, al término del ciclo escolar 2011-2012. Los resultados revelan un mayor número de aciertos en los reactivos que incluyen elementos gráficos, a partir de los cuales el estudiante percibe el significado y sentido de los objetos inmersos en el problema planteado en los reactivos. A manera de reflexión se discute la importancia de incorporar imágenes en el diseño de reactivos, que se traduzcan en estímulos sensoriales y enriquezcan la percepción de los estudiantes durante la evaluación de conceptos matemáticos.

Palabras clave: percepción, percepción lingüística, percepción escrita, sentido numérico.

Introducción

Abordar el análisis lógico y riguroso propio del pensamiento matemático requiere una base cognoscitiva que permita relacionar las operaciones con números abstractos con objetos concretos (Tall, 1991). Dado que es a través de la percepción que se desarrolla el proceso cognoscitivo que favorece la selección, organización e interpretación de los estímulos que capta el cerebro por medio de los sentidos, se considera importante analizar el papel de esta función psicológica y su relación con el sentido numérico a partir del cual se construyen conceptos matemáticos en el tercer grado de educación primaria. Diversos autores definen la percepción como el reconocimiento de los elementos y eventos del medio ambiente a través de impresiones sensoriales (Arzi-Gonczarowski y Lehmann, 1998; Tall, 2004; Farhat, 2007). Desde un enfoque psicológico Singer y Voica (2008) definen la percepción como un proceso de selección, organización e interpretación de la información que capta el cerebro por medio de los sentidos.

En este contexto se estudia la relación entre la percepción visual y la percepción lingüística en la evaluación del aprendizaje de las matemáticas. Se considera una muestra probabilística de 114 escuelas primarias del municipio de Zapopan, Jalisco, cuyos datos se analizan a través de NodeXL para determinar en qué forma la percepción visual y lingüística permiten a los estudiantes, de tercer grado, identificar el problema inmerso en los reactivos con que evalúan su aprendizaje.



Problemática

A partir de la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) al concluir el ciclo escolar 2011-2012, la Secretaría de Educación Pública en México identificó que en la asignatura de matemáticas, en educación primaria, el promedio nacional de aprovechamiento es del 44.3%. En este nivel educativo el 55.7% de los estudiantes de tercero a sexto grado se ubica en niveles de aprendizaje considerados como insuficiente y elemental, sin embargo en el municipio de Zapopan, Jalisco, la cifra se incrementa al 57.3% en los niveles mencionados. Estas cifras evidencian la problemática de los estudiantes para construir conceptos matemáticos y justifican el análisis de los resultados de la prueba ENLACE 2012, porque al ser un programa educativo puede considerarse también un instrumento que aporte referentes al proceso de aprendizaje.

Se espera dar respuesta a la siguiente interrogante ¿Cuáles características de la percepción visual y lingüística se identifican en los reactivos de la prueba ENLACE 2012? ¿En qué forma influye la percepción durante la evaluación del aprendizaje de los estudiantes? A partir de la respuesta a estas preguntas de investigación, se espera realizar experimentos para incrementar la percepción.

Sustento teórico

En su Teoría Socio Histórica, Vygotsky establece el origen de las funciones psicológicas superiores. De acuerdo a Wertsch (1995), Vygotsky distingue las funciones psicológicas elementales como aquellas que obedecen a estímulos del ambiente, y las funciones psicológicas superiores, como aquellas que dependen de estímulos autogenerados y originan el comportamiento, entre ellas la percepción. A través de la percepción visual el niño percibe su entorno, y gracias al lenguaje internaliza los objetos inmersos en el mismo y las relaciones entre estos. Vygotsky (1979) estableció que la percepción de objetos reales es una característica específica de la percepción humana. Identificó la dependencia de la percepción con respecto a la estructura del campo sensorial y como éste se modifica mediante el esfuerzo voluntario. Así, además de los colores, las formas y la distancia, el ser humano percibe el significado y el sentido de los objetos. Señaló, además, que “la percepción humana consiste en percepciones categorizadas más que en percepciones aisladas” (Vygotsky, 1979:62). Así, el cambio en el ámbito de la percepción constituye una transición evolutiva con diferentes formas de conductas cualitativas asociadas a nuevas actividades intelectuales.

Referentes de las distintas formas de conducta cualitativa se identifican en los estudios de varios investigadores. Vygostky (1979) concluye que a través de la percepción, el lenguaje y la acción, se internaliza el campo visual, lo cual constituye una conducta específicamente humana. La exposición directa del organismo a los estímulos y la percepción de estos afecta la conducta cognitiva del individuo y la modifican en relación a la intensidad de los estímulos que percibe (Feuerstein, 1990; Kozulin y Presseisen, 1995); Arzi-Gonczarowski y Lehmann (1998) señalan que en toda conducta cognitiva la integración de los sentidos, la percepción y la representación, constituyen el núcleo de la misma; Tálizina (2000) señala que la habilidad para identificar las características de los objetos es condición necesaria para formar el pensamiento lógico en los estudiantes; Tall (2004) categoriza el crecimiento matemático de una persona a partir de tres tipos de desarrollo, distintos pero interrelacionados: cognitivo, conceptual y formal.

La percepción de los objetos del mundo real, aunada a las concepciones internas que involucran imágenes en el espacio, es una característica de la percepción mental, misma que constituye la base de la percepción simbólica que a su vez integra el uso de símbolos para manipular y construir conceptos aritméticos y algebraicos (Tall, 2004). Tanto la percepción conceptual, como la percepción simbólica, constituyen la base para utilizar las propiedades que caracterizan a las estructuras matemáticas (Tall, 2004 citado en Singer y Voica, 2008).

Al establecer que el proceso de solución de un problema se determina por la percepción, a partir de la cual se superan los límites del campo sensorial mediante un esfuerzo voluntario, Vygotsky (1979) confiere importancia a la percepción visual y la percepción lingüística en la construcción de conceptos matemáticos. Esto se observa durante la evaluación, en donde la percepción desempeña un papel importante. A partir de las formas de percepción se desarrolla el proceso de cognición que permite a los estudiantes resolver un problema. En primera instancia el estudiante selecciona, organiza e interpreta los datos contenidos en el reactivo, que a manera de estímulo capta su cerebro. Posteriormente identifica las relaciones existentes entre los objetos inmersos en el reactivo y las estructuras matemáticas que se asocian a ellos. Así, la cantidad y calidad de estímulos permite al estudiante modificar su conducta cognitiva y realizar las acciones interiorizadas mediante las cuales transforma los datos adquiridos por la percepción, en información que abstrae para solucionar el problema planteado (Kozulin y Presseisen, 1995).

La percepción es fundamental para formar el pensamiento lógico a partir del cual los estudiantes realizan cálculos mentales, estimaciones numéricas y razonamiento cuantitativo, capacidades identificadas como Sentido Numérico (Greeno, 1991). El Sentido Numérico (SN) permite comprender el significado de los números y las relaciones entre estos (Malofeeva, Saco, Youg y Ciancio, 2004), así como un aprendizaje conceptual de la matemática (Berch, 2005). De esta forma la percepción es indispensable en el diseño de actividades didácticas para construir conceptos matemáticos, y en la evaluación del aprendizaje que propician estas.

Método

El análisis de la base de datos de la prueba ENLACE que se aplicó al término del ciclo escolar 2011-2012¹, para evaluar el aprendizaje de los estudiantes de tercer grado de educación primaria, se considera una revisión sistemática. De acuerdo Kitchenham (2004), la revisión sistemática de la literatura es un método de investigación que permite identificar e interpretar las investigaciones que se realizan en torno a una problemática específica, en este caso el análisis del impacto de la percepción visual y lingüística durante la evaluación de conceptos matemáticos.

Dado que en el municipio de Zapopan existen 521 escuelas de educación primaria, se analizó una muestra representativa. El tamaño de la muestra (Figura 1.a), se calculó en base al tamaño de la muestra sin ajustar, la varianza de la muestra y la varianza de la población (Figura 1.b).

$$a) \quad n' = \frac{s^2}{v^2} \qquad b) \quad n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Figura 1. Tamaño de la muestra. a) Tamaño sin ajustar. b) Tamaño de la muestra

Para una nivel de confianza del 97.5%, se obtuvo un tamaño de muestra de 114 escuelas primarias. Se consideró una muestra probabilística de 114 escuelas ubicadas en el municipio de Zapopan, Jalisco. Esta muestra (Tabla 1), contempla los resultados de la evaluación de 4650 estudiantes distribuidos en 148 grupos de tercer grado. El tratamiento de los datos se realizó mediante las herramientas minería de datos y visualización que proporciona NodeXL 1.0.1., por su versatilidad de análisis con representaciones gráficas de redes, identificación de nodos representativos y relaciones entre estos, análisis de métricas y clusters.



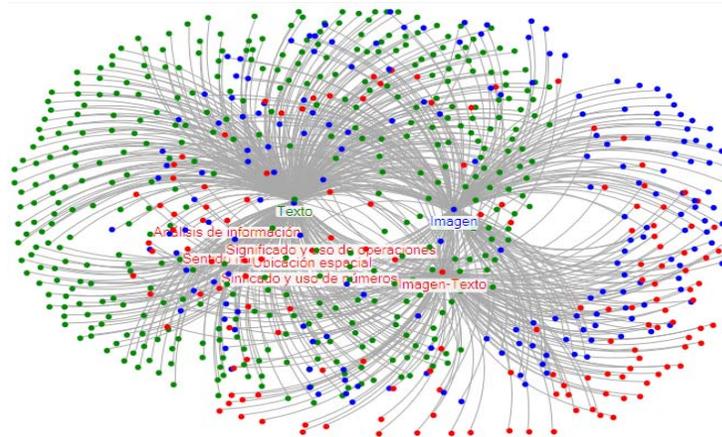
	Número de escuelas	Tipo	Turno	Grupos
	1	CONAFE	Matutino	1
	84	General	Matutino	51
			Vespertino	58
	29	Particular	Matutino	37
			Vespertino	1
Totales	114			148

Tabla 1. Composición de la muestra

Se analizan los datos correspondientes a los resultados que obtuvo cada grupo en la asignatura de matemáticas. De acuerdo a la problemática que aborda la investigación, se seleccionó en forma aleatoria diez reactivos de matemáticas y se analizaron las respuestas en donde más del 60% de los estudiantes contestaron incorrectamente los reactivos de los temas de análisis de la información, significado y uso de las operaciones, significado y uso de los números, temas relacionados directamente con el sentido numérico, así como ubicación espacial.

Resultados

El análisis de los datos a partir de NodeXL permitió representar, como un vértice en la red, cada escuela y el tipo de información predominante en la descripción de los reactivos con que se evaluaron los cuatro temas que se seleccionaron para el análisis.



Gráfica 1. Vértices y relaciones asociadas a las habilidades del sentido numérico

Las líneas (límites) que unen los vértices y los tópicos de matemáticas identifican las áreas en las cuales al menos el 60% de los estudiantes obtuvieron resultados desfavorables, asociado esto a niveles de aprendizaje considerados insuficientes o elementales (Gráfica 1). A partir de una mayor concentración de vértices y límites en la red (Gráfica 2), se agruparon los reactivos en base al tipo de información que, se observó, predomina en la redacción de los reactivos, básicamente información de tipo texto, imagen, e imagen y texto.

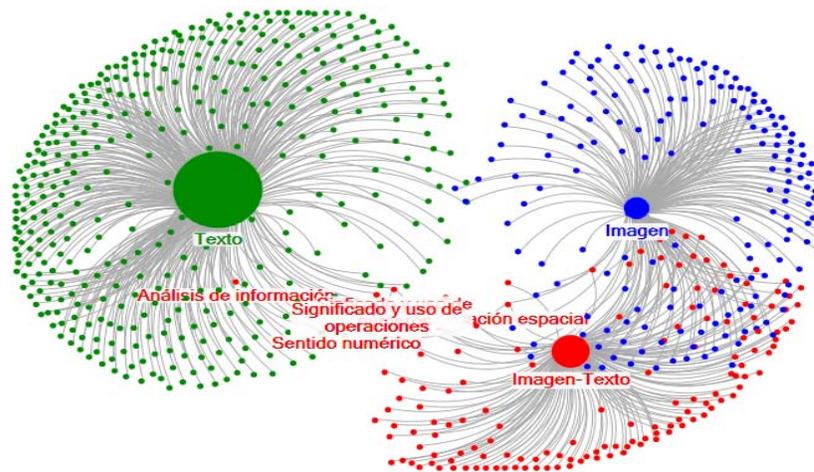


Figura 1. Título de la figura.

Se observó que los reactivos donde predomina información de tipo texto muestran mayor índice de respuestas erróneas con un 54.50%; los reactivos que incorporan imágenes, presentan un 25.86% de respuestas erróneas; sin embargo los reactivos en donde se incorporan imágenes y texto, presentaron un 19.64% de respuestas erróneas. Estas cifras confirman la importancia de la percepción visual y la percepción lingüística, a partir de las cuales el estudiante supera los límites de su campo sensorial debido a un mayor número de estímulos en sus sentidos.

23. Carlos fue a comprar dos cajas ^{51.} Observa las siguientes imágenes:

crayolas, cada caja tiene dos paquetes de 204 crayolas cada una. ¿Cuántas crayolas compró en total?

- A) 200
- B) 208
- C) 408
- D) 816



80 Pesos cada una



60 Pesos cada una

Leticia tenía 300 pesos, compró una blusa y tres faldas. ¿Cuánto dinero le quedó?

- A) \$ 40
- B) \$ 140
- C) \$ 160
- D) \$ 260

Figura 2. Ejemplos de reactivos utilizados para evaluar el significado y uso de las operaciones (Fuente <http://201.175.44.203/Enlace/Resultados2012/Basica2012Exámenes/03/r12ExamenBasica03No.asp>)

La Figura 2 muestra dos ejemplos de reactivos en donde se propicia la percepción visual y lingüística. La inclusión de imágenes con significado y sentido, así como rótulos, como se muestra en el reactivo 51 (55% de respuestas incorrectas), permite al estudiante percibir la información no solo a través de los ojos sino también a través de su lenguaje. Al identificar objetos y sus relaciones, el estudiante supera su campo sensorial y adquiere una percepción simbólica que favorece su cognición. A partir de esta utiliza las propiedades y estructuras matemáticas que considera necesarias para resolver el problema del reactivo. La omisión de imágenes y rótulos, como se observa en el reactivo 23, permite estimar que no se propicia la misma percepción en los estudiantes, lo cual se manifiesta en una mayor cifra de respuestas incorrectas (98%).



12. Diego pide $\frac{3}{4}$ de litro de jugo de naranja y si el señor que atiende vende vasos de $\frac{1}{8}$ de litro, ¿cuántos vasos necesitará vaciar en un recipiente para darle a Diego la cantidad de jugo que pidió?
- A) 2 vasos.
B) 3 vasos.
C) 6 vasos.
D) 8 vasos.

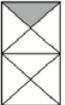
76. ¿En cuál de las siguientes opciones, la parte sombreada corresponde a $\frac{1}{4}$ del total de la figura?
- A) 
- B) 
- C) 
- D) 

Figura 3. Ejemplos de reactivos utilizados para evaluar el significado y uso de los números
(Fuente <http://201.175.44.203/Enlace/Resultados2012/Basica2012Examenes/03/r12ExamenBasica03No.asp>)

Este análisis se ratifica a partir del análisis de las respuestas incorrectas en el reactivo 12 (80%), y el reactivo 76 (87%), con los que se evalúa el significado y uso de los números, Figura 3, en donde se omiten imágenes con significado y sentido, por un lado, así como imágenes con sentido y rótulos que permitan identificar la relación entre las mismas. Tanto las habilidades de significado y uso de los números, así como significado y uso de las operaciones, propician el desarrollo del sentido numérico, y permiten el cálculo mental en base a la estimación numérica y razonamiento cuantitativo, necesarios para construir conceptos matemáticos en educación primaria, y su carencia se manifiesta como una deficiencia al resolver problemas en donde el pensamiento matemático es indispensable. En este sentido la percepción es una función valiosa, pues la habilidad para identificar elementos es básica para desarrollar el pensamiento lógico.

Conclusiones

A partir de los sentidos es que el estudiante percibe los objetos inmersos en el reactivo y las relaciones entre estos. Se observa que la integración del campo visual y lingüístico propicia una internalización de la información que habilita los procesos de pensamiento a partir de los cuales el estudiante resuelve el problema. La inclusión de elementos asociados a la forma, tamaño, profundidad, color e imágenes de la vida real, son características que producen un mayor estímulo visual en el estudiante y permite la identificación del contexto global de la problemática planteada en el reactivo. La incorporación de texto, a manera de rótulos con los nombres de los objetos, permite al estudiante seleccionar objetos individuales del reactivo e identificar las relaciones de éste con el contexto global, lo que facilita el análisis y síntesis de la información.

Estos elementos, por la estimulación que generan en los sentidos y en la percepción del estudiante, son indispensables para el aprendizaje de conceptos matemáticos y su inclusión durante proceso de evaluación y el diseño de reactivos es indispensable. Dado que dichas características se observan en forma parcial en los reactivos que evalúan los conceptos matemáticos en tercer grado, a través de ENLACE, se considera que generan estímulos parciales en los sentidos de los estudiantes cuyos resultados se analizaron, lo que se traduce una percepción parcial. No se descarta, por lo tanto, un ejercicio parcial de los procesos cognoscitivos que el estudiante pone en juego para resolver los problemas que plantea la evaluación. De ahí que el análisis de los resultados revele un mayor nivel de aciertos en los reactivos que incorporan elementos gráficos que estimulan la percepción del estudiante y por lo tanto una mejor cognición.

Por su importancia en la internalización del saber y el desarrollo del sentido numérico, la

percepción visual y lingüística son mecanismos cognoscitivos que deben adoptarse como estrategias didácticas en la construcción de conceptos matemáticos y su evaluación. De ahí que se recomiende enriquecer la percepción del estudiante a partir de la integración del campo visual.

Reconocimientos: Los autores agradecen el apoyo del CONACYT, la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, y la Universidad de Algoma, Ontario, Canadá, así como la Secretaría de Educación.

Bibliografía

- Arzi-Gonczarowski, Z. y Lehmann, D. (1998). From environments to representations a mathematical theory of artificial perceptions. *Artificial Intelligence*, Volume 102, Issue 2, July 1998, Pages 187-247, ISSN 0004-3702, 10.1016/S0004-3702(98)00061-7. Elsevier Science
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 333-339.
- Farhat, N. (2007). Corticonic models of brain mechanisms underlying cognition and intelligence. *Physics of Life Reviews*, Volume 4, issue 4 (December, 2007), p. 223-252. ISSN: 1571-0645 DOI: 10.1016/j.plrev.2007.08.001. Elsevier Science.
- Feuerstein, R. (1990). The Theory of Structural Cognitive Modifiability. In Presseisen, B. Ed. *Learning and Thinking Styles: Classroom Interaction*. Washington: National Education Association Research for Better Schools.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*
- Kitcheham, B. (2007). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University
- Kozulin, A. y Presseisen, B. (1995). Mediated Learning Experience and Psychological Tools: Vygostky's and Feuerstein's Perspectives in a Study of Student Learning. *Educational Psychologist*, 1995, 30(2), 67-75.
- Malofeeva, E., Day, J., Saco, X., Young L. & Ciancio, D. (2004). Construction and evaluation of a number sense test with head start children. *Journal of Educational Psychology*, 648-659.
- Singer, F. y Voica, C. (2008). Between perception and intuition: Learning about infinity. *The Journal of Mathematical Behavior*, Volume 27, Issue 3, 2008, Pages 188-205, ISSN 0732-3123, 10.1016/j.jmathb.2008.06.001. Elsevier Science.
- Tálizina, N. (2000). *Manual de psicología pedagógica*. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Tall, D. (1991). *Advanced mathematical thinking*. David Tall (Editor). *Mathematics Education Research Journal*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Tall, D. (2004). Thinking to three worlds of mathematics. In M. J. Hoines & A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th PME proceedings*.
- Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Grijalbo.
- Wertsch, J. (1995). *Vygotsky y la formación social de la mente*. España: Barcelona. Ed. Paidós.