ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL: EL DISCURSO MATEMÁTICO ESCOLAR Y LA DOBLE EXCLUSIÓN.

Students with visual impairment: School Mathematical discourse and the double exclusión

Rubén Abraham Moreno Segura, Instituto Politécnico Nacional, México.
abram.moreno@cinvestav.mx

Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza, Instituto Politécnico Nacional, México.
rcantor@cinvestav.mx

Moreno Segura, R. A. y Cantoral Uriza, R. A. (2021). Estudiantes con discapacidad visual: el discurso matemático escolar y la doble exclusión. *RAES,* 13(22), pp. 169-179.

Resumen

La matemática puede ser un gran obstáculo en la educación escolar de alumnos con discapacidad visual (personas ciegas o con baja visión), esto debido a diversos factores destacando el tiempo que requieren para realizar una tarea, y la dificultad del lenguaje matemático en Braille. La complejidad de la lectoescritura matemática aunado a la imposición de argumentos, procedimientos y significados por parte del discurso Matemático Escolar excluye a los estudiantes con discapacidad visual de la construcción del conocimiento matemático. Esto puede ser uno de los diversos motivos por los cuales no se encontró evidencia de algún alumno con esta condición en carreras de STEM en México. Por lo que, desde una perspectiva *socioepistemológica* se presentan las reflexiones al respecto de cómo se ve reflejada la exclusión por el discurso Matemático Escolar en estudiantes con discapacidad visual desde diversas ramas de la matemática comúnmente estudiadas en carreras STEM, además de particularizar en un tópico matemático que se estudia desde educación secundaria hasta nivel superior.

Palabras Clave: discapacidad visual/ exclusión/ teoría socioepistemológica de la matemática educativa/ educación superior/ matemáticas/ álgebra/ raíces de polinomios.

Abstract

Mathematics can be a significant obstacle in the school education of students with visual impairment (blind or low vision), due to several factors such as the time required to perform a task, and the difficulty of mathematical language in Braille. The complexity of mathematical reading and writing together with the imposition of arguments, procedures and meanings by the school mathematical discourse excludes students with visual impairment from the construction of mathematical knowledge. This may be one of the various reasons why no evidence was found of any student with this condition in STEM careers in Mexico. Therefore, from a socioepistemological perspective, we present some reflections on how exclusion is reflected by the school mathematical discourse in students with visual impairment from various branches of mathematics commonly studied in STEM careers, in addition, to particularize in a mathematical topic that is studied from secondary education to higher education.

Key words: visual impairment/ exclusion/ socioepistemological theory of mathematics education/ high school education/ mathematics/ algebra/ roots of polynomials.

1. Introducción

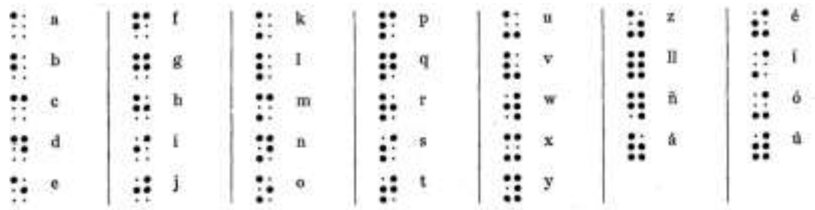
Dentro del marco de lo que teóricamente se denomina exclusión, las personas no tienen acceso o es demasiado complicado acceder a ciertas oportunidades debido a diversos factores. Entre ellos se encuentran el nivel socioeconómico, la diversidad cultural, el soporte familiar, los contextos étnicos, religiosos o culturales, así como las propias capacidades y habilidades de las personas. En México, aunque hay diversos programas e institutos que, como el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, luchan para prevenir la exclusión no es un tema que se haya logrado erradicar por completo.

Uno de los motivos por los cuales se llega a sufrir exclusión consiste en ser una persona con discapacidad. Esto se ve reflejado en distintos ambientes como el laboral, social o educativo. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su censo nacional de 2020 en México el 5.68% de la población total del país sufre algún tipo de discapacidad. Así también, en la Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica del 2014 el INEGI reporta los siguientes resultados acerca de las personas con discapacidad que asisten a la escuela (Figura 1).

Figura 1. Porcentaje de la población con limitación de 3 a 29 años que asiste a la escuela, por grupo de edad según sexo.

Figura 2.

Sistema de lectoescritura Braille en español. Letras minúsculas (lectura).

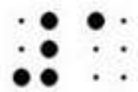
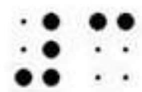


Nota: En la figura se aprecia el alfabeto en carácter común o tinta y su homólogo en Braille. Tomado de La Escritura Braille en el Mundo (p. 109) por Mackenzie (1954).

Al tener tan pocas combinaciones posibles para expresar una enorme cantidad de letras, símbolos ortográficos, números, símbolos matemáticos, notas musicales, símbolos químicos, etcétera surge la necesidad de tener símbolos compuestos y/o con más de un significado. En el caso de los números se toma las primeras diez letras, las cuales se anteceden del símbolo numeral para "transformar" la *a* en 1, la *b* en 2, y así sucesivamente (Tabla 1).

Tabla 1.

Números en Braille (lectura).

Tinta	Braille	
	Notación	Códigos
1		3456, 1
2		3456, 12
3		3456, 14

4	⠼⠙	3456, 145
5	⠼⠑	3456, 15
6	⠼⠋	3456, 124
7	⠼⠛	3456, 1245
8	⠼⠓	3456, 125
9	⠼⠊	3456, 24
0	⠼⠚	3456, 245

Nota: En la tabla se presentan los dígitos del 0 al 9 en carácter común o tinta, su representación en braille y su código. Tomado de Braille y Matemática (p. 21) por Fernández (2004).

Conforme se va avanzando más en la matemática, el Braille se vuelve más sofisticado y con una mayor cantidad de símbolos que tienen más de un significado o símbolos compuestos por dos o más signos. Por ejemplo, el caso del signo en el que se marca la posición 3 y 4, como lo podemos apreciar en la Figura 2 corresponde a la “í” (i acentuada), pero también puede relacionarse con el símbolo que indica subíndice (Tabla 2).

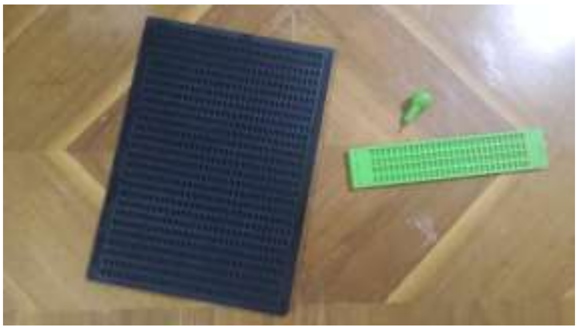
Tabla 2.
Subíndices en Braille (lectura).

Tinta		x_1	a_2	x_n
Braille	Representación	⠭⠌⠼⠁	⠁⠌⠼⠃	⠭⠌⠝
	Códigos	.,34,.	.,34,.	.,34,.

Nota: En la tabla se puede apreciar como es la notación en carácter común y en braille, así como el número de puntos que se marcan en cada cajetín al usar subíndices. Tomado de Braille y Matemática (p. 67) por Fernández (2004).

Ahora bien, aunque existen diversos instrumentos para escribir Braille, como la máquina Perkins, impresoras Braille, hojas de dibujo positivo entre otras, la más usual es la regleta con punzón (Figura 3). Este método requiere que el estudiante termine de escribir toda una línea (o sección) para que el profesor o el alumno pueda verificar si lo que escribió fue correcto o no. Además, no hay forma de eliminar errores en caso de ser necesario de forma inmediata, es decir, si el estudiante no se percata inmediatamente de su error es hasta que retira la hoja de la regleta que el profesor o el alumno puede revisar lo escrito. En caso de haber encontrado un error se marca el símbolo generador, esto es, se señalan los seis puntos del cajetín. Requiriendo este proceso mayor tiempo que cuando se trabaja en tinta / carácter común.

Figura 3.
Regletas y punzón para escritura Braille.



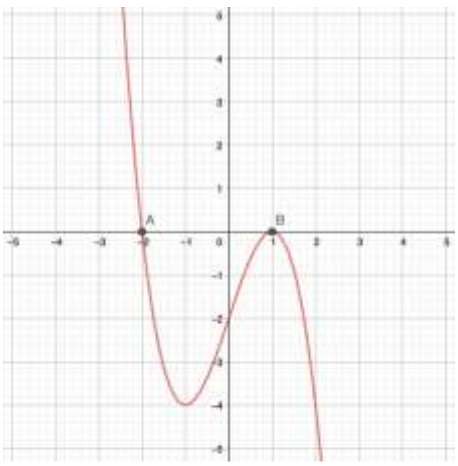
Nota: Foto en la que se muestran dos regletas y un punzón utilizados para escribir Braille. Autoría propia.

Ejemplos en los que es necesario tener un amplio y profundo dominio del Braille para poder escribir matemática son bastantes. Lo que se quiere destacar en esta sección es la complejidad de la lectoescritura matemática en Braille, que los estudiantes deben tener un manejo bastante hábil y cierta habilidad para poder discernir entre un significado u otro de los símbolos compuestos o con más de un significado. Ya que, sin esto, el trabajar en clase de matemáticas se añadiría un elemento más de trabajo que para las personas sin discapacidad visual no está presente.

4.2 Raíces de polinomios

Para apreciar de manera más fina la imposición de argumentos, significados y procedimientos se eligió un tema matemático que en la educación en México se relaciona con tópicos de nivel secundaria, medio superior y carreras del área STEM: raíces de polinomios. Los valores en los que se evalúa un polinomio y el resultado de realizar las operaciones correspondientes es cero se conoce como raíz. Una interpretación gráfica son los lugares donde el polinomio "corta" al eje x. Por ejemplo, en la figura 4 podemos apreciar un polinomio de grado tres, con las raíces A (-2,0) y B (1,0).

Figura 4.
Ejemplo de las raíces de un polinomio de grado 3.



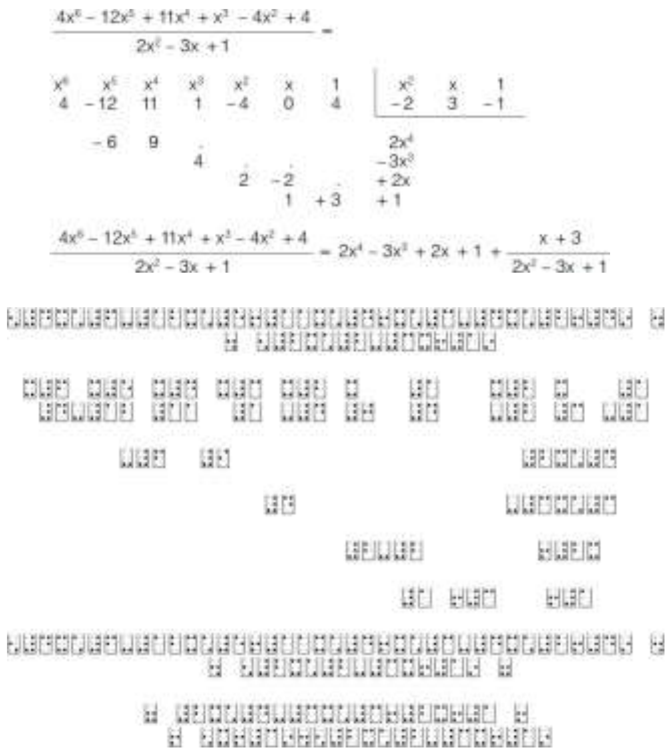
Nota: En la imagen se puede apreciar una función polinómica de grado tres con una raíz simple en $x = -2$ y una raíz doble en $x = 1$. Autoría propia.

Para encontrar las raíces hay diversos métodos numéricos, algebraicos y geométricos. Se muestran a continuación el tratamiento usual y como lucen en Braille algunos de los más utilizados

4.2.1 División de polinomios

La división de polinomios, por lo general suele ser un proceso más sencillo ya que sólo implica operaciones básicas como sumas y multiplicaciones acomodadas con cierto orden. Aquí se trabaja principalmente con los coeficientes, lo cual simplifica el proceso al trasladar un procedimiento algebraico a uno aritmético. Pero, en Braille esto se vuelve mucho más complejo por la lectoescritura que por las operaciones como se muestra en la figura 5.

Figura 5.
División de polinomios en una variable. Caso general en carácter común/tinta (arriba) y en Braille (abajo). Algoritmo de coeficientes.



Nota: En la imagen se puede apreciar la extensión utilizada en carácter común y en braille y la complejidad que se torna en este sistema de lectoescritura. Tomado de Braille y Matemática (p. 91) por Fernández (2004).

Como podemos observar, la traducción a Braille requiere mucho más espacio en el papel. Además, como ya se había mencionado el detectar algún error "de dedo" o un cambio de signo es más difícil en este método de lectoescritura que con una revisión rápida cuando es en tinta/carácter común.

4.2.2 Método de la secante

El método de la secante es un método numérico que permite encontrar los ceros de una función de forma iterativa. El método es similar al proceso de Newton, pero sin la necesidad de calcular *f'(x)*. Se parte de dos puntos x_0, x_1 cercanos la raíz buscada. La fórmula de iteración de este método es

$$x_{n+1} = x_n - \frac{x_n - x_{n_1}}{f(x_n) - f(x_{n-1})} f(x_n)$$

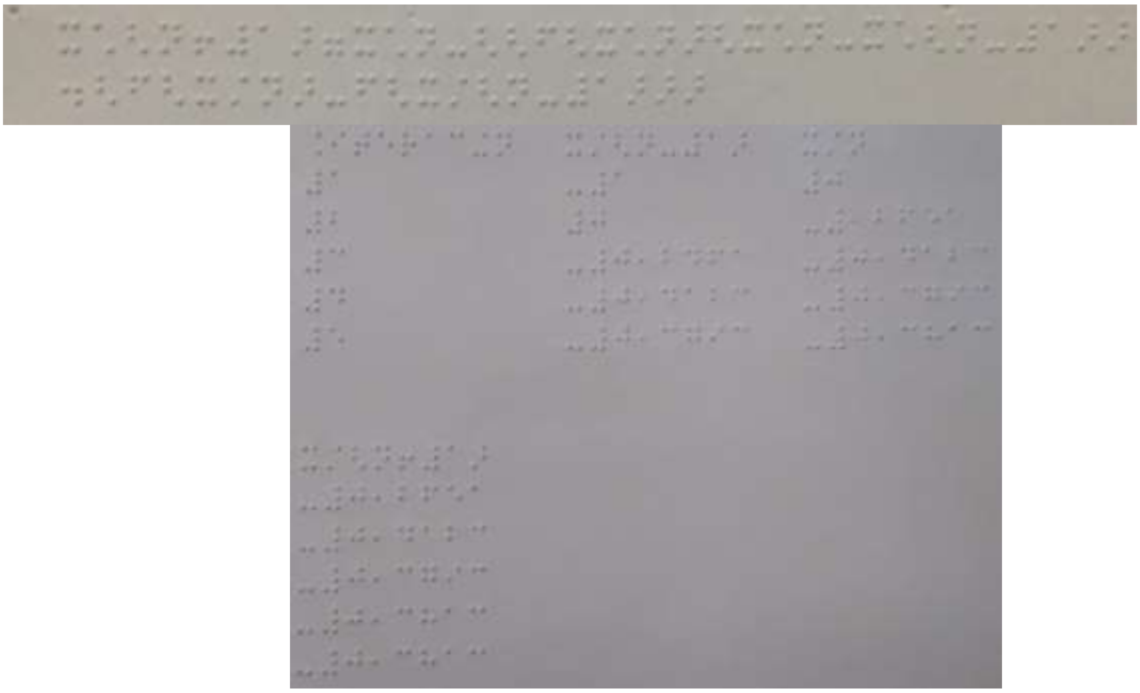
y se repite cuantas veces se desee hasta alcanzar la estimación tan próxima como se desee de la raíz (Chapra y Canale, 2011).

En sistema Braille no hay forma de realizar tablas, subrayado o borrar equivocaciones, por lo que este tipo de métodos de resolución iterativos que implica la realización de tablas se vuelve más complicado en su forma de presentarlo de manera escrita. En la tabla 1 se presenta un ejemplo de una tabla realizada para resolver un caso particular utilizando este método en carácter común / tinta y en la figura 6 como se ve en Braille la fórmula del método de la secante y la tabla 3.

Tabla 3.
Tabla de valores del proceso de iteración en el método de la secante.

Iteración	$x_n - 1$	x_n	$x_n + 1$
1	*-1*	*0*	*-0.2651*
2	*0*	*-0.2651*	*-0.4123*
3	*-0.2651*	*-0.4123*	*-0.3793*
4	*-0.4123*	*-0.3793*	*-0.3813*
5	*-0.3793*	*-0.3813*	*-0.3813*

Figura 6.
Fórmula de iteración del método de la secante y tabla 1 en Braille



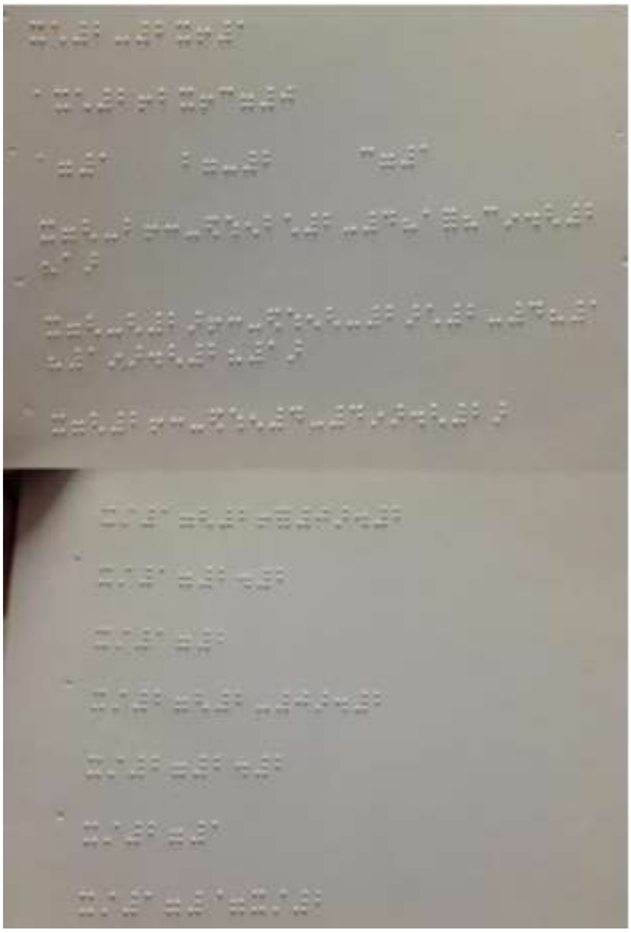
Nota: Se presenta la traducción a Braille de la fórmula matemática y la tabla 3 Mostrando el espacio que se requiere para esto. Autoría propia.

Cabe destacar que una tabla aparentemente "pequeña" ocupa más espacio en Braille, tal que es el ancho de una hoja tamaño carta no es suficiente y se tiene que hacer una fila extra. Además, no hay forma de realizar algún tipo de línea que separe o distinga una columna y/o fila de otra.

4.2.3 Fórmula general (grado dos)

La fórmula general de grado dos es, por lo general, enseñada en 3° de secundaria en México (SEP, 2020). Y muchas de esas veces sólo es presentada como una receta a seguir sin siquiera mostrar cómo se obtiene, a partir de la completación del cuadrado. En la Figura 7 se ilustra el proceso de resolución para encontrar los valores de x de la ecuación de dicho grado en un caso específico escrito en Braille de lado izquierdo, y del derecho cómo se escribe en carácter común el mismo ejercicio.

Figura 7.
Resolución de una ecuación de segundo grado en Braille y en carácter común/tinta.



$$x^2 - 2x + 1$$
$$ax^2 + bx + c = 0$$
$$a = 1 \qquad b = -2 \qquad c = 1$$
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
$$x = \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^2 - 4(1)(1)}}{2 * 1}$$
$$x = \frac{2 \pm \sqrt{4 - 4}}{2}$$
$$x_1 = \frac{2 + 0}{2}$$
$$x_1 = \frac{2}{2}$$
$$x_1 = 1$$
$$x_2 = \frac{2 + 0}{2}$$
$$x_2 = \frac{2}{2}$$
$$x_2 = 1$$
$$x_1 = 1 = x_2$$

Nota: Se presenta un ejemplo específico con la ecuación $x^2 - 2x + 1 = 0$ donde se utiliza la fórmula de segundo grado en braille y en carácter común. Autoría propia

Suponiendo que el estudiante tiene un amplio dominio sobre el algoritmo y es capaz de mecanizarlo adecuadamente, un procedimiento que es no es tan complicado matemáticamente como otros mostrados anteriormente consume demasiado espacio y requiere de una gran memoria de trabajo para que el estudiante pueda recordar los pasos anteriores y no caer en confusión al presentarse una raíz doble en este caso.

4.2.4 Regla de los signos de Descartes

La regla de los signos de Descartes establece una relación entre las raíces positivas o negativas según sea la sucesión de signos más o signos menos ordenando el polinomio en orden descendente/ascendente según el grado de su exponente. En (Cantoral y Ferrari, 2003) mencionan que

> Podemos determinar el número de raíces verdaderas o falsas que cualquier ecuación pueda tener, como sigue: una + a – o de – a +; y tantas raíces falsas como el número de veces que se encuentran en sucesión dos signos + o dos - (Descartes, 1637 p. 373).

Esto es, podemos anticipar cuantas posibles raíces positivas (verdaderas) y negativas (falsas) tendremos. Por ejemplo, la figura 8 muestra un polinomio de grado 4 (en carácter común/tinta y en Braille), el cual tiene dos sucesiones de + a +, y una de – a –, dando así tres posibles raíces negativas. También tiene un solo cambio de + a –, lo que indica que tiene una posible raíz positiva.

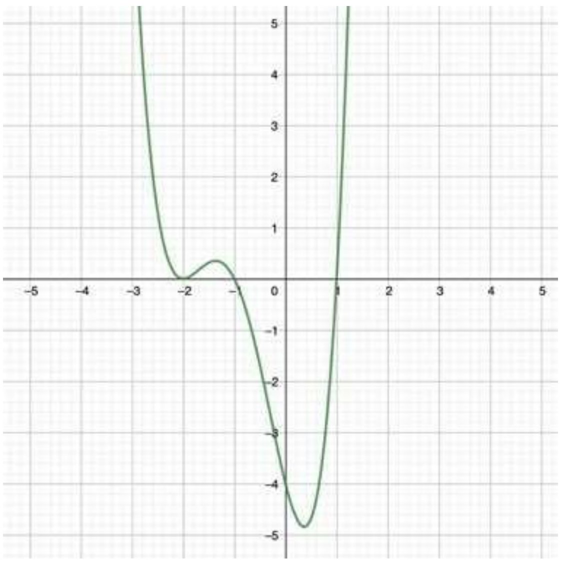
Figura 8.
Ejemplo de un polinomio de grado 4 donde se enfatiza la sucesión de los signos + y –.

$$x^4 + 4x^3 + 3x^2 - 4x - 4$$

Nota: Se presenta el ejemplo con $x^4 + 4x^3 + 3x^2 - 4x - 4$. Autoría propia.

De hecho, podemos observar gráficamente que efectivamente el polinomio anterior tiene dos raíces negativas, una de ellas doble, y otra más positiva en la Figura 9.

Figura 9.
Gráfica del polinomio $\boldsymbol{x^4 + 4x^3 + 3x^2 - 4x - 4}$**.**



Nota: Se presenta el gráfico de un polinomio con raíces múltiples. Autoría propia.

Como se puede apreciar en los ejemplos anteriores, algunos de los métodos de resolución son toda una hazaña en escritura en Braille tomando en cuenta el hecho de que en este sistema de lectoescritura implica un mayor nivel de conciencia sobre lo que se está escribiendo debido a que se escribe de derecha a izquierda, poniendo las letras “en espejo”, y se lee de izquierda a derecha. Por lo tanto, reconocer un error se vuelve más complicado, además del nivel de retención de los alumnos cuando se escribe un procedimiento que el siguiente paso a realizar depende del anterior.

5. Reflexiones y prospectivas

La imposición de argumentos, procedimientos y significados algebraicos se debe a la sobrevalorización de los procedimientos analíticos y la algoritmización, dejando de lado a los argumentos gráficos/visuales por no considerarlos con el suficiente rigor matemático, entre otras causas. Entonces, este sistema de enseñanza de la matemática extremadamente algebraico impide la interacción con los significados matemáticos (Farfán, 2013).

Esto último, particularmente en estudiantes con discapacidad visual se torna más complejo al utilizar un sistema tan limitado en sus signos y con una forma de escritura (de derecha a izquierda) diferente a la forma de lectura (de izquierda a derecha), lo que muchas veces resulta en que la lectoescritura de la matemática en Braille sea más difícil que la tarea matemática en sí. Por lo que se llega a la idea de que solo la traducción no implica inclusión. Ya que para que los alumnos con discapacidad visual realmente puedan tener interacciones de calidad que les permita construir conocimiento matemático es necesario cuestionar el tema que se pone en juego, no sólo la forma en la que se presenta. Es decir, se tiene que reflexionar acerca del objeto matemático identificando que significados tiene además del que el dME nos permite conocer. Estos significados podrían ser gráficos/visuales, contextuales situacionales, contextuales históricos, etcétera. No hay que problematizar sólo el material didáctico manipulable o las herramientas tecnológicas que, si bien facilitan la “comunicación” entre los estudiantes con discapacidad visual y el conocimiento matemático, no son una alternativa que por sí solas les permita ser elementos activos dentro de su proceso de construcción de conocimiento.

Los ejemplos presentados en el presente escrito son una pequeña muestra de cómo el dME actúa excluyendo a una población en particular. Cabe recalcar que el dME excluye a todos por igual de la construcción del conocimiento matemático, sólo que puede tomar ciertos matices muy particulares en determinados temas matemáticos y/o con ciertos grupos culturales.

Es necesario seguir profundizando en el tema y tener más muestras y resultados producto de experimentación en aula de como se ve reflejado en población con discapacidad visual. También conviene seguir cuestionando si esta exclusión epistémica tiene repercusiones en que no haya una mayor cantidad de personas con discapacidad visual en carreras STEM. Aceptamos que la respuesta a esta interrogante es multifactorial, incluyendo temas de derechos humanos, diseño universal, sensibilización y capacitación al personal de las instituciones de educación superior sobre la atención a la diversidad e inclusión, entre muchos otros más. Empero, desde la matemática educativa, particularmente desde la TSME es preciso continuar la investigación en esta línea.

Referencias bibliográficas

Alajarmeh, N., & Pontelli, E. (2012). A Non-visual Electronic Workspace for Learning Algebra. *Lecture Notes in Computer Science*, 158-165. https://doi.org/10.1007/978- 3-642-31522-0_23

Aquino., S., García, V., e Izquierdo, J. (2012). La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior. Un estudio de caso. *Sinéctica*, *39*, 1-21. http://www.scielo.org.mx/pdf/sine/n39/n39a7.pdf

Bouck, E., & Weng, P. (2014). Hearing Math: Algebra Supported eText for Students With Visual Impairments. *Assistive Technology*, *26*(3), 131-139. https://doi.org/10.1080/10400435.2013.870939

Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la matemática educativa: Estudios sobre construcción social del conocimiento* (1.ª ed.). Gedisa Mexicana.

Cantoral, R., y Ferrari, M. (2003). La predicción y la regla de los signos de descartes. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, *16*(2), pp. 393-399.

Chapra, S., y Canale, R. (2011). *Métodos numéricos para ingenieros* (Vol. 5). McGraw- Hill.

Cordero, F. (1994). *Cognición de la integral y la construcción de sus significados. Un estudio del discurso Matemático Escolar*. Tesis doctoral. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN

Cordero, F., Gómez, K., Silva-Crocci, H., y Soto, D. (2015). *El discurso matemático escolar: la adherencia, la exclusión y la opacidad* (1.ª ed.). Gedisa Mexicana.

Escalante, E., Carrillo, C., y López, I. (2020). Álgebra y discapacidad visual: Material para operaciones con polinomios. *Uno: Revista de didáctica de las matematicas*, (90), 36-42.

Espinoza, R., Castañeda-Roldán, C., y Medellín-Castillo, H. (2015). Objetos de aprendizaje 3D como una forma de comunicar significados geométricos a través del sentido virtual del tacto en personas ciegas y débiles visuales. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*, *1*(1), pp. 16 – 28.

Farfán, R. (2013*). Lenguaje gráfico de funciones. Elementos de precálculo*, México, SEP-Subsecretaría de Educación Media Superior.

Fernández, J. (2004). *Braille y matemática*. ONCE.

Figueiras L., & Arcavi A. (2015) Learning to See: The Viewpoint of the Blind. In: Cho S. (eds) *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319- 17187-6_10

Gulley, A., Smith, L., Price, J., Prickett, L., & Ragland, M. (2017). Process-driven math: An auditory method of mathematics instruction and assessment for students who are blind or have low vision. *Journal of visual impairment & blindness*, *111*(5), 465-471. https://doi.org/10.1177/0145482x1711100507

Hahn, M., Mueller, C., & Gorlewicz, J. (2019). The Comprehension of STEM Graphics via a Multisensory Tablet Electronic Device by Students with Visual Impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *113*(5), 404-418. https://doi.org/10.1177/0145482X19876463

INEGI (2017). *La discapacidad en México, datos al 2014*. (Ed. 2017). INEGI. Disponible en https://bit.ly/2L34zLu

INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de https://bit.ly/3r9EKci

Jiménez, R., Barreto, D., y Funeme, F. (2013). Propuesta de un material didáctico para la enseñanza aprendizaje de polinomios para población con limitación visual. *Revista científica*, 501-505.

Joya, S., y Morales, R. (2012). *Enseñanza de las secciones cónicas como lugares geométricos en un aula inclusiva de estudiantes invidentes*. En Obandom G. (Ed.), Memorias del 13er Encuentro Colombiano de Matemática Educativa (pp. 302 – 307). Sello Editorial Universidad Medellín.

Mackenzie, S. (1954). *La escritura Braille en el mundo*. UNESCO.

Márquez-Ramírez, G. (2015). Los estudiantes universitarios con diversidad funcional visual. Sus retos. *Revista iberoamericana de educación superior*, *6*(17), 135-158. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2015.17.166

Mascret B., Mille A., & Guillet V. (2012) Supporting Braille Learning and Uses by Adapting Transcription to User's Needs. In: Miesenberger K., Karshmer A., Penaz P., Zagler W. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2012. L*ecture Notes in Computer Science*, vol 7382. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31522-0_22

Ortiz, G. (2017). Una mirada a la educación superior desde la discapacidad visual en México / A look at higher education from visual impairment in Mexico. *Revista Internacional de Aprendizaje en la Educación Superior*, *4*(2), 60-70. https://doi.org/10.37467/gka-revedusup.v4.1362

Peña, C., y Rodríguez, Y. (2015). *Proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula inclusiva de matemáticas con estudiantes con discapacidad visual*. [Tesis de licenciatura Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

Rodriguez, D., y Mendoza, F. (2017). Experiencias de jóvenes universitarios con discapacidad en la UASLP. *Revista de Educación Inclusiva*, *7*(2). 113-126.

Roldán, J. (2017). *Estrategias lúdico-pedagógicas que permitan la integración de estudiantes con discapacidad visual*. (Trabajo de grado). Zipaquirá Cundinamarca: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias de la Educación Superior.

Rosenblum, L., Cheng, L., & Beal, C. (2018). Teachers of students with visual impairments share experiences and advice for supporting students in understanding graphics. *Journal of visual impairment & blindness*, *112*(5), 475-487. https://doi.org/10.1177/0145482X1811200505

Rule, A., Stefanich, G., Boody, R., & Peiffer, B. (2011). Impact of adaptive materials on teachers and their students with visual impairments in secondary science and mathematics classes. *International Journal of Science Education*, *33*(6), 865-887. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.506619

SEP, (2020). Matemáticas. Secundaria. 3º. Disponible en https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/sec-ae-pensamiento-mate3.html

Soto, D. (2010). *El discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una Visión Socioepistemológica.* Tesis de maestría. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN.

Van Scoy, A., McLaughlin, D., Odom, J., Walls, R. & Zuppuhaur, M. (2006). Touching mathematics: a prototype tool for teaching pre-calculus to visually impaired students. *Journal of Modern Optics*, *53*(9), pp. 1287 – 1294. https://doi.org/10.1080/09500340600618652

Wang, M., Ye, F., & Degol, J. (2017). Who chooses STEM careers? Using a relative cognitive strength and interest model to predict careers in science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of youth and adolescence*, *46*(8), 1805-1820. https://doi.org/10.1007/s10964-016-0618-8

Fecha de presentación: 09/02/2021

Fecha de aprobación: 03/05/2021