

BARRERAS EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL: EL CASO DE UN ESTUDIANTE DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Barriers to mathematics learning in people with visual disabilities: the case of an student of Software Engineering

Carolina Carrillo García¹
José Iván López Flores²
Itzel Hernández Nava³
Rosa María García Ortiz⁴

Resumen

Este artículo reporta los resultados de una investigación que tuvo como objetivo identificar las barreras en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes universitarios de áreas relacionadas con las matemáticas. Se presenta un estudio de caso de un estudiante universitario en el área de Ingeniería de Software. Para ello, se entrevistó al único estudiante con discapacidad visual del área de una universidad pública estatal de México. En los resultados de la entrevista se identifican tres aspectos: relativos a las barreras, a las tecnologías usadas y a las ayudas. Las barreras estuvieron centradas en la falta de empatía y en formación hacia a la atención a personas con discapacidad de algunos profesores, falta de apoyo institucional y problemas propios de la simbología de la matemática. Respecto a la tecnología, son fundamentales en su quehacer académico el uso de amplificadores de pantalla y la cámara del teléfono móvil. Finalmente, respecto a las ayudas fueron fundamentales en su tránsito por el sistema educativo tanto profesores como sus compañeros al facilitar apuntes como permitir la captura de notas de clase en el pizarrón a través de su teléfono. Se concluye que la inclusión educativa en las universidades y en las áreas de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) requiere una política institucional decidida.

Palabras clave:

Barreras de aprendizaje; Discapacidad visual; Matemáticas.

Resumo

Este artigo relata os resultados de uma investigação que teve como objetivo identificar as barreiras para o aprendizado da matemática em estudantes universitários de áreas relacionadas à matemática. É apresentado um estudo de caso de um estudante universitário da área de Engenharia de Software. Para isso, foi entrevistado o único aluno com deficiência visual da área de uma universidade pública estadual do México. Nos resultados da entrevista, três aspectos são identificados: relativos às barreiras, às tecnologias utilizadas e às ajudas. As barreiras centravam-se na falta de empatia e formação para o atendimento às pessoas com

¹ Doctora en Educación Matemática, Universidad Autónoma de Zacatecas, ccarrillo@uaz.edu.mx

² Doctor en Educación Matemática, Universidad Autónoma de Zacatecas, jlopez@uaz.edu.mx

³ Licenciada en Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas, itzel.hernandez@uaz.edu.mx

⁴ Doctora en Educación Inclusiva, Universidad Autónoma de Zacatecas, menart @uaz.edu.mx

deficiência de alguns professores, falta de apoio institucional e problemas inerentes aos símbolos da matemática. Em relação à tecnologia, o uso de amplificadores de tela e da câmera do celular são fundamentais no trabalho acadêmico. Por fim, no que se refere ao auxílio, tanto os professores quanto seus colegas foram fundamentais no seu trânsito pelo sistema educacional, facilitando as anotações e permitindo a captação das anotações da aula no quadro por meio do telefone. Conclui-se que a inclusão educacional nas universidades e nas áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) requer uma política institucional decidida.

Palavras-chave:

Barreiras de aprendizagem; Deficiência visual; Matemáticas.

Abstract

The present article reports the results obtained from a research project whose objective was to identify the barriers on the mathematics' learning process for university math students. A case study of a software engineer student is presented. For that, the unique student with a visual disability within a regional public university in Mexico was interviewed. Among the interview results, three aspects are identified: related to the barriers, to the technology tools used, and those related to the support provided. The barriers were focused on the professors' lack of empathy and knowledge about the assistance to disabled students, as well as the lack of institutional support and proper complications about the mathematical symbology. Regarding technology, screen amplifiers and mobile phones' cameras are crucial through their academic use. Finally, regarding the support provided, by facilitating class notes and allowing its mobile capture from the blackboard, professors and classmates were key on the disabled students' pathway through the educative system. In conclusion, the educative inclusion within the universities and specifically on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) calls for strong institutional policies.

Keywords:

Barriers to learning; Visual disabilities; Mathematics.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la población que vive con alguna discapacidad es bastante numerosa, es de más de mil millones de personas, esta cifra representa cerca del 15% de la población mundial total (OMS, 2011). La cifra estimada previa hecha en los años setenta por el mismo organismo estuvo en cerca del 10%. Este aumento en la cantidad de personas con discapacidad se debe principalmente al envejecimiento de la población y las enfermedades propias de la edad.

La OMS (2010) estimó para ese año que el número de personas con discapacidad visual en el mundo era de 285 millones, 39 millones ciegos y 246 millones con baja visión; además, 65% de las personas con baja visión y el 82% de las personas con ceguera son de 50 años o más. Según los datos de esta organización, a nivel global las principales causas de la baja visión son error de refracción y cataratas (43% y 33%, respectivamente); entre otras causas está el glaucoma con un 2%, degeneración macular relativa a la edad, retinopatía diabética, tracoma y opacidad corneal todas con un 1%. En el caso de la ceguera, las principales causas son las cataratas (51%), glaucoma (8%), degeneración macular relativa a la edad (5%), ceguera infantil y opacidad corneal (4%), entre otras.

Por otra parte, desde hace algunos años se han promulgado leyes en diversos

países, en torno a los derechos de las personas con discapacidad visual. En su mayoría, estos documentos derivan de acuerdos internacionales, como por ejemplo la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (2006), texto aprobado por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas y que tiene por objetivo garantizar los derechos y dignidad de todas las personas con discapacidad. El artículo 24 de este documento se dedica especialmente a la educación, y establece que los Estados deben asegurar un sistema de educación inclusivo a todos los niveles, así como la enseñanza a lo largo de la vida, con miras a:

1. Desarrollar plenamente el potencial humano y el sentido de la dignidad y la autoestima y reforzar el respeto por los derechos humanos, las libertades fundamentales y la diversidad humana;
2. Desarrollar al máximo la personalidad, los talentos y la creatividad de las personas con discapacidad, así como sus aptitudes mentales y físicas;
3. Hacer posible que las personas con discapacidad participen de manera efectiva en una sociedad libre. (ONU, 2006, Art. 24).

Previo a esta convención fueron relevantes también la Conferencia Mundial sobre Educación para Todos (UNESCO, 1992) y La Declaración de Salamanca (UNESCO, 1994), en que el marco de acción para las necesidades educativas especiales estipulaba que:

Las escuelas deben acoger a todos los niños, independientemente de sus condiciones físicas, intelectuales, sociales, emocionales, lingüísticas u otras. Deben acoger a niños discapacitados y niños bien dotados, a niños que viven en la calle y que trabajan, niños de poblaciones remotas o nómadas, niños de minorías lingüísticas, étnicas o culturales y niños de otros grupos o zonas desfavorecidos o marginados (p. 6).

En este panorama generado bajo el paradigma de Educación para Todos, muchos estudiantes con características diferentes a la media han ingresado a las aulas regulares; entre ellos, las personas con alguna discapacidad. Al acceder a las escuelas enfrentan diversas barreras, que van más allá de las propias de la discapacidad en cuestión, dado que ingresan a un espacio que no fue ideado para ellos y, por lo mismo, generalmente no cuentan con los elementos necesarios para su correcto desenvolvimiento (desde los espacios físicos, materiales e incluso los profesores).

Una de las dificultades que enfrentan los estudiantes con discapacidad visual, se relaciona con el acceso a la información presentada por el profesor en el aula. En el caso particular de la enseñanza de las matemáticas, diversas investigaciones (BELL y SILVERMAN, 2019; BLANK, GOURGEY y KRESS, 1994; PRITCHARD y LAMB, 2012; STONE, KAY y REYNOLDS, 2019) reportan que la didáctica implementada tradicionalmente suele privilegiar los canales de percepción visual. Es decir, gran parte del contenido se presenta de manera visual; además, dentro del discurso del docente se suelen usar indicaciones orales que pueden resultar un tanto ajenas para los alumnos con discapacidad visual, tales como: “lo que tenemos aquí”, “como podemos ver en la figura”, “pasamos esto al otro lado”, entre otras; y hablar sobre los ejemplos y fenomenología usados (aún con intentos de adaptación) en la didáctica sería un tema para otro estudio en sí mismo.

Por esta razón, creemos importante que los profesores se interesen sobre la forma en que se puede trabajar con estudiantes con discapacidad visual, pero sobre todo hacerlos conscientes sobre los posibles errores que se pueden cometer en su práctica. En este marco, esperamos que este escrito sirva como una invitación a reflexionar sobre las dificultades que puede enfrentar una persona con discapacidad

visual en un aula de matemáticas de educación regular.

Inclusión en las Universidades Mexicanas

Como parte de las consecuencias de las leyes y convenciones anteriores en los últimos años, la inclusión de personas con discapacidad en las universidades ha ido en aumento, creando en algunos casos programas para la incorporación plena de todos (PALMEROS y GAIRÍN, 2016; PÉREZ-CASTRO, 2019). Aunque debe señalarse que históricamente a los estudiantes con discapacidad se les ha negado el acceso a la educación superior (KONUR, 2006).

Para la OMS la *discapacidad* es:

Un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal, las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive (OMS, 2011, p. 7).

Dicho de otro modo, si bien las características de las personas con discapacidad difícilmente pueden ser modificables, las de la sociedad en que viven sí que pueden cambiarse para modificar la interacción de las personas con su medio. Tal es el caso del sistema de educación superior en México, ya que existe una autonomía para el autogobierno de las universidades estatales, que puede (y debe) ser modificado para la inclusión de las personas con discapacidad. Un esfuerzo importante en ese sentido es el Manual para la integración de personas con discapacidad en las instituciones de educación superior (ANUIES, 2002), elaborado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, que se planteó como guía para la planeación de las estrategias de inclusión para las instituciones que integran la asociación. Este documento plantea como objetivo “guiar a los responsables de las instituciones de educación superior en las acciones encaminadas a incluir, con igualdad y equiparación de oportunidades, a las personas con discapacidad en las instituciones de educación superior del país” (ANUIES, 2002, p. 10).

Asimismo, la Declaración de Yucatán sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad en las Universidades (2008) tiene como consideración central que es “impostergable sostener la necesidad de promover y proteger en las universidades los derechos humanos de todas las personas con discapacidad” (p. 1), teniendo como fin la garantía de una igualdad de oportunidades para todos.

Si bien el número de estudiantes con discapacidad va en aumento, Pérez-Castro (2018) señala que a pesar de que las universidades han hecho un esfuerzo grande para ampliar las oportunidades el enfoque inclusivo aún no ha permeado las políticas universitarias y los programas de estudio y, como señala Ortíz (2017), en la mayoría de los casos las acciones y trabajo para el éxito del estudiante recaerá en el estudiante mismo o en su familia, debido a la falta de personal capacitado y programas adecuados para la atención a este sector de la población.

En ese sentido, Cruz y Casillas (2017) señalan que a pesar de los acuerdos, sólo 12 de las 53 universidades mexicanas que analizó hasta el año 2015 habían incorporado acciones o programas de apoyo a los alumnos con discapacidad, habiendo una disparidad en el tipo de programa, yendo desde políticas específicas y concretas a iniciativas de inclusión a modo de declaratorias.

De este modo, se hace evidente la necesidad de identificar barreras para el acceso a la educación superior que permita la creación de políticas universitarias específicas para las personas con discapacidad.

La importancia del Braille en el proceso de enseñanza aprendizaje

Las personas con discapacidad visual, principalmente las personas ciegas o con baja visión profunda, suelen hacer uso del sistema de lectoescritura Braille. Éste es un código táctil, que emplea la vía háptica mediante puntos en relieve y fue desarrollado por el francés Louis Braille en el siglo XIX. El código generador consta de seis puntos, organizados como una matriz de tres filas por dos columnas.

Dimensiones de la celda braille:

Alto: entre 6,2 mm y 6,6 mm.

Ancho: entre 3,7 mm y 4,0 mm.

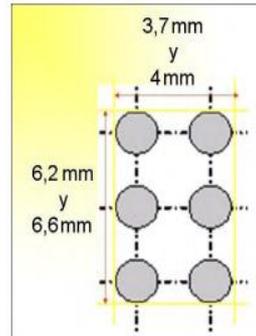


Figura 1. Dimensiones del código generador. Fuente: ONCE, 2006, p. 13

Con los seis puntos del código generador se pueden obtener 64 signos posibles, con los que se establece una correlación con las letras que se emplean en la escritura normovisual, a la que se acostumbra nombrar “en tinta”.

Existen varios grados de Braille. El descrito en este espacio es llamado Grado 1 y con él se pueden escribir letras, palabras, números, símbolos, etc. Y por lo tanto es útil para la didáctica de todas las asignaturas escolares y para la comunicación en general. Los Grados 2 y 3 son conocidos como estenotipia o estenografía y su principio rector es el de economizar caracteres para ahorrar espacio; para entender esta necesidad se debe mencionar que el Braille puede duplicar e incluso triplicar en tamaño un escrito en tinta.

Para escribir en Braille suelen utilizarse regletas, que pueden estar hechas de plástico o metal y ser de diferentes tamaños en dependencia de las filas que incluya, pero los cajetines (es decir, los espacios en los que se genera cada signo) son del mismo tamaño. Constan de dos planchas, la superior tiene las celdas Braille alineadas en filas y columnas, la placa inferior tiene los puntos que marcarán el carácter Braille mediante un punzón que los realza. La escritura braille mediante regleta y punzón se realiza de derecha a izquierda y se lee de izquierda a derecha. Unas regletas menos populares son llamadas de punto positivo y en ellas tanto la escritura como la lectura se realiza de izquierda a derecha, en la práctica éstas son equivalentes a la máquina Perkins.

Actualmente, existen diversas herramientas tecnológicas que han ido desplazando poco a poco el uso de la regleta y punzón (para ampliar esta información, ver HERNÁNDEZ, CARRILLO y GARCÍA, 2020), creando la posibilidad de eliminar o disminuir las dificultades técnicas que este método conlleva en la actualidad, como puede ser el tiempo de codificación de forma manual, el uso de grandes cantidades de papel, la dificultad de corregir errores, entre otras. Sin embargo, el sistema Braille sigue

siendo el método de aprendizaje más conocido y exitoso con que cuentan las personas con discapacidad visual (ROBLES, 2004) al favorecer la comunicación por medio del sentido del tacto, y se implementa incluso en herramientas tiflotecnológicas actuales como la línea Braille, EDICO, Braibook, entre otras.

Por otro lado, en la literatura revisada el estudio de experiencias de personas con baja visión (leve o moderada) ha tenido menor presencia que de personas ciegas o con baja visión profunda. Esta población suele utilizar lupas, de diferentes tamaños y tipos, las cuales les permiten ampliar textos o imágenes con el fin de que les sean perceptibles. En estas circunstancias, muchos estudiantes pueden desempeñarse en el aula sin mayores dificultades, principalmente de las asociadas al uso de Braille que incluso pueden desconocer.

Didáctica de las matemáticas y Discapacidad visual

La particular naturaleza de las matemáticas conlleva una dificultad intrínseca al ser introducida al aula. Los conceptos matemáticos son abstractos y generalmente representan una tarea ardua para ser comprendidos por los estudiantes.

Especialistas en Matemática Educativa como Raymond Duval sugieren el uso de diferentes representaciones para favorecer la comprensión de los conceptos matemáticos; desde la teoría socioepistemológica liderada por Ricardo Cantoral se señala que previo al estudio del cálculo es necesario que el estudiante posea un universo de formas gráficas amplio que permita la construcción de un pensamiento variacional; George Polya dentro de las heurísticas señaladas para la resolución de problemas matemáticos sugiere que, de ser posible, el estudiante realice diagramas o dibujos que permitan comprender y resolver el problema. Estos planteamientos son sumamente interesantes, tienen sustento científico y pueden ser efectivos favoreciendo el desarrollo del pensamiento matemático... en estudiantes normovisuales.

Para un estudiante que pretende estudiar una carrera en algún área STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) Cálculo es un obstáculo difícil de superar. La investigación en Matemática Educativa señala que esta asignatura por sí misma es complicado para la mayoría de los estudiantes y si es uno con discapacidad visual lo es más por su naturaleza gráfica. Blank, Gourgey y Kress (1994) señalan dos aspectos que son centrales en la problemática de aprender Cálculo siendo una persona con discapacidad visual: primero, que en Cálculo hay que representar gráficamente objetos, especialmente gráficas de funciones y un segundo aspecto es que se debe tener un representación analítica de esos objetos, es decir, además hay que dominar el lenguaje algebraico de un modo fluido. Actualmente, podemos considerar que el primer aspecto ha sido atendido mediante el uso de tecnología en ambientes multisensoriales (táctil-auditivo) y el caso de la representación algebraica a través del uso de codificación matemática en LaTeX y del uso de lectores de pantalla que respeten la sintaxis propia de la matemática.

Por otra parte, Kohanova (2010) brinda una revisión de la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual en los distintos niveles educativos, desde la educación primaria hasta la universitaria, en Eslovaquia. Reporta que en el nivel básico los estudiantes pueden estudiar en escuelas especiales en las que cuentan con las herramientas didácticas necesarias y las dificultades se relacionan con aspectos de orden cognitivo como la generalización o la percepción de la perspectiva, debido a que ésta escapa de las experiencias sensoriales que pueden tener. Sin embargo, en el nivel secundario, los estudiantes que deseen o necesiten cursar matemáticas deben inscribirse a escuelas regulares en las que los profesores no tienen una preparación especializada, ni cuentan con libros o material de estudio. Asimismo,

hace referencia al aumento de dificultad de los conceptos matemáticos y señala la dificultad de comunicarse vía oral únicamente, siendo necesario acompañar el discurso de una forma gráfica (texto o imagen).

El estudiante con discapacidad visual debe enfrentar retos importantes cuando cursa una clase de Geometría, una materia que tiene una fuerte componente visual toda vez que los objetos abstractos son materializados generalmente a través de una representación gráfica en papel o en un software especializado. Los problemas que enfrentará están ligados a la escasez de libros de texto, al simbolismo propio de la materia que tiene por objetivo ser sintéticos a costa de aumentar el significado y a que existen ideas en la geometría con una fuerte componente visual, como por ejemplo la de perspectiva, necesaria para representar en un plano lo que es de tres dimensiones (PRITCHARD y LAMB, 2012).

Asimismo, Stone, Kay y Reynold (2019) afirman que las instrucciones en la clase de estadística dependen fuertemente de información presentada de un modo visual, como gráficas, diagramas, ecuaciones y más recientemente, con el uso de la computadora, se usan también applets, herramientas dinámicas de visualización de conceptos, que suelen complicar el trabajo de los estudiantes con discapacidad visual. Señalan también que aspectos como el comportamiento del profesor, a través del abuso de gestos mientras hablan y de expresiones que hacen referencias espaciales; la saturación perceptiva, en las enormes tablas de datos usadas; el acceso tardío a libros de texto en Braille y el software especializado en estadística que no trabaja correctamente con los lectores de pantalla constituyen un escenario que complica la tarea del estudiante que cursa la clase de estadística.

En sus conclusiones, respecto a un estudio enfocado en conceptos algebraicos, Escalante señala haber observado que los estudiantes con discapacidad visual no están disociados de las dificultades, errores y obstáculos que presentan los estudiantes sin discapacidad. Menciona que:

Los estudiantes con DV presentan los mismos errores señalados en la literatura cometidos por estudiantes sin discapacidad, por ende, algunos procesos cognitivos que están detrás de conceptos algebraicos son comunes en estudiantes normovisuales y estudiantes con DV. Pero a los estudiantes con DV se le agregan las dificultades que pueden presentarse propios de su discapacidad y del instrumental necesario a utilizar (Braille, regleta y punzón). (ESCALANTE, 2020, p. 80-81).

A medida que un estudiante avanza en el sistema educativo, la matemática va ganando en abstracción y simbolismo, para lidiar con ello es necesario ir construyendo poco a poco un lenguaje que le permita comunicarse matemáticamente con su entorno a la par que necesita construir los significados de ese contenido matemático.

Pensemos por ejemplo en una expresión de la forma:

$$\sum_{n=1}^{10} n^2$$

Un estudiante con discapacidad visual debe acceder a una información que tiene tres niveles, el signo de la sumatoria y los límites inferior y superior. Esta situación sugiere que para la comunicación matemática escrita es necesario un lenguaje matemático similar a la codificación de la matemática en braille, que tiene un solo nivel.

Metodología

Para indagar sobre las barreras de aprendizaje, enfrentadas a lo largo del historial académico de un estudiante con discapacidad visual, se implementó una entrevista personal semiestructurada. Dada la situación de aislamiento que se vive a nivel mundial, debido a la pandemia derivada del Covid-19, la entrevista se aplicó vía telefónica durante el mes de junio de 2020. Dicha entrevista fue audiograbada y transcrita para su análisis.

Tipo de investigación

Dada la naturaleza de los datos a observar, la metodología de este trabajo es de tipo cualitativo. El método que se desarrolló fue un estudio de caso. La técnica implementada fue una entrevista.

Criterio de selección del estudiante

Debido al interés de trabajar con estudiantes de nivel superior, se contactó al responsable del Programa de Atención a Alumnos Universitarios con Discapacidad del Centro de Aprendizaje y Servicios Estudiantiles (CASE) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), quien mediante solicitud oficial brindó información de los casos de estudiantes con discapacidad visual que se encuentran cursando alguna de las licenciaturas ofertadas. Observamos que hay un total de siete estudiantes con DV en cuatro de las diferentes opciones académicas: Derecho, Psicología, Artes e Ingeniería en Computación; población realmente pequeña en comparación con los más de 38,000 estudiantes normovisuales que atiende esta universidad.

Para seleccionar al estudiante con el que trabajaríamos, se analizaron los planes de estudio de las carreras mencionadas con el objetivo de examinar el contenido y cantidad de asignaturas relacionadas con conocimiento matemático, así como el semestre en el que se imparten. Tras este análisis se eligió la Ingeniería en Computación por ser el programa educativo con mayor contenido matemático. Se contactó al responsable de la licenciatura para solicitar permisos y datos de contacto necesarios. Posteriormente, se contactó al estudiante para solicitar su apoyo en este proyecto. Ambos accedieron. Así, el estudiante colaborador en este estudio fue un alumno de primer semestre de Ingeniería en Computación de la UAZ, a quien llamaremos Roberto.

Datos generales del contexto de Roberto

Procedente de una ciudad situada a 4 horas de distancia de la capital del estado. Con 21 años, es el mayor de 4 hermanos. Tiene pérdida total de la vista en el ojo izquierdo y 60% de visión con el ojo derecho, derivado de uveítis, que es la inflamación de la capa intermedia del globo ocular. Se considera una condición degenerativa, sin embargo, Roberto manifestó que ha estado estable desde los 15 años.

La entrevista

La entrevista tuvo el objetivo de identificar las barreras en el aprendizaje del estudiante que colaboró en este estudio. Se dividió en apartados en los que se abordaron datos generales y aspectos particulares sobre su discapacidad, el tema central fueron las experiencias escolares (dificultades y formas de enfrentarlas, así como los materiales didácticos utilizados, tecnología incluida) en los distintos niveles educativos cursados por el estudiante hasta el momento.

Resultados

Dada la organización de las preguntas hechas, se esperaba reportar los

resultados en torno a las dificultades enfrentadas y las herramientas empleadas. Sin embargo, en las respuestas encontramos una tercera categoría formada por las ayudas que el estudiante reportó haber recibido. Entonces, la información obtenida a través de la entrevista se presenta en las siguientes secciones: dificultades, herramientas y ayudas, reportadas a continuación en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente.

Tabla 1: Dificultades

Pregunta	Respuesta	Observación / Interpretación
<p>Secundaria</p> <p>¿Cómo te enseñaban matemáticas? (¿usaban algún tipo de material?, ¿tenías libros con adecuaciones?).</p>	<p>No te quiero ni decir lo que pienso de mis profesores. No tenía apoyo por parte de mis profesores.</p>	<p>Roberto tiene el recuerdo de la mala experiencia en secundaria, por el hecho de que no recibía apoyo por parte de los profesores.</p> <p>Señala que los profesores sólo escribían en la pizarra y no lo dejaban acercarse a fotografiar el pizarrón.</p>
<p>Bachillerato</p> <p>¿Cómo te enseñaban matemáticas? (¿usaban algún tipo de material?, ¿tenías libros con adecuaciones?)</p>	<p>Era exactamente igual, sólo que algunos profes me permitían ver su libro para no estar leyendo en el pizarrón y utilizaba una lupa o el celular como si fuera lupa. De la institución no recibí ningún apoyo.</p>	<p>A pesar de que los profesores presentan una actitud empática hacia Roberto, no parecen tener una formación específica hacia la forma de trabajo con estudiantes con discapacidad visual.</p>
<p>Superior</p> <p>¿Los profesores te dictan o tienen alguna otra forma de ayudarte a parte de la comprensión?</p>	<p>La mayoría dicta lo que está escribiendo en el pizarrón pero yo de todos modos tomo foto porque a veces no dictan todo lo que escriben, es más como que están explicando con lo que están escribiendo.</p>	<p>Si bien el profesor dicta lo que escriben, en ciertos momentos explican sobre lo que escriben, dejando de lado el dictado.</p>
<p>En el caso de las matemáticas que ya cursaste, (Álgebra Superior y Geometría Analítica), ¿cuáles fueron los retos en estas materias?</p>	<p>Los números pequeños. Por ejemplo, dos al cuadrado pues el cuadrado se escribe bien chiquito, entonces a veces yo pienso que es un dos pero es un cinco y pues sale todo mal.</p>	<p>Su respuesta tiene relación con la naturaleza del lenguaje / simbolismo matemático.</p> <p>Si bien Roberto tiene un resto visual generalmente funcional, cuando la información escrita es pequeña no puede acceder adecuadamente a ella.</p>

De todo lo que has estudiado de matemáticas, ¿qué es lo que más se te ha dificultado por la baja visión? Lista tu top 3 y ¿por qué?	En Cálculo el sentido de la onda, no entiendo cuándo va hacia arriba o hacia abajo, de ahí en más... creo que es lo único.	Un aspecto que no es del todo claro si es por la baja visión o un problema propio del conocimiento matemático/físico involucrado.
---	--	---

Observaciones:

No hubo apoyo por parte de los profesores de secundaria. Los profesores de bachillerato fueron un poco más accesibles; sin embargo, tampoco se percibe conocimiento sobre el trabajo con estudiantes con discapacidad visual.

La naturaleza de las representaciones y simbología del conocimiento matemático genera confusiones entre los estudiantes con discapacidad visual.

Tabla 2: Sobre las herramientas

Pregunta	Respuesta	Observación / Interpretación
Secundaria ¿Usaste alguna vez software de algún tipo?	Utilizo el software que todos utilizan, sólo que uso un amplificador que ya viene incluido en los programas.	No utiliza software específico de personas con discapacidad visual.
Bachillerato ¿Cómo te enseñaban matemáticas? (¿usaban algún tipo de material?, ¿tenías libros con adecuaciones?).	Utilizaba o una lupa o el celular como si fuera lupa.	La lupa, como herramienta para amplificar era un recurso suficiente para poder estudiar.
¿Usaste alguna vez software de algún tipo?	El que utilizan todos, sólo usando el amplificador que ya viene incluido.	No utiliza software específico de personas con discapacidad visual.
Universidad ¿Cómo las has abordado (dificultades)?	Tomo muchas fotos y ya.	Para Roberto, poder capturar imágenes de las notas de clase es un apoyo suficiente.
¿Recibiste apoyo de algún tipo? ¿De los profesores? ¿Libros? ¿Un apoyo especial?	Si me ven todo el día con el celular en la mano no me dicen nada porque saben que estoy tomando fotos o algo así.	El celular de Roberto le permite capturar imágenes para tener notas de clase.
Ahora que mencionas	Sí... bueno, sí y no porque	Las fotos capturadas son una

cálculo, ¿se te ha hecho difícil? debido a que la mayoría de las veces suele ser muy visual o, como tú dices, suelen apuntar mucho en el pizarrón, ¿eso te ha causado alguna dificultad?	tomo muchas, muchas fotos. - ¿Si no fuera por las fotos, como tú dices, pues igual, no te enterarías, no? - No, si no fuera por las fotos.	herramienta importante para que Roberto pueda estudiar.
Y en cuanto a software, ¿has usado o sabes de alguno que sea especial para personas con discapacidad visual?	Antes utilizaba un software que no es específico para personas con discapacidad, pero básicamente lo que hacía era leer todo; si tiene un libro en PDF lo leía, si te mandan un mensaje te lo leía, yo lo usé por flojera de no leer.	Utiliza un software para evitar leer. Reconoce que éste es utilizado incluso por personas normovisuales.
¿Qué te gustaría que tuvieran los instrumentos que usas?	Pues, por ejemplo, hay pizarrones electrónicos que todo lo que escribe el profesor en el pizarrón se queda guardado en un video.	Roberto conoce herramientas que le permitirían mayor accesibilidad a su clase, pero la institución en donde estudia no las tiene.

Observaciones:

Roberto, con suficiente resto visual, requiere poder acercarse lo suficiente para acceder a la información, ayuda de profesor y compañeros. Esto no siempre es posible.

Dos herramientas tecnológicas son esenciales para el trabajo académico de Roberto, el magnificador de pantalla y el celular a modo de lupa y como capturador de notas en clase. Manifiesta conocimiento de más tecnología asistiva, pero en la ingeniería que cursa no la poseen.

Tabla 3: Sobre las ayudas recibidas

Pregunta	Respuesta	Observación / Interpretación
Secundaria ¿Cómo se enfrentaron estas dificultades? (¿te ayudó la institución, un profe(a) o algún familiar?)	Mis compañeros me ayudaban pasándome apuntes. Siempre he tenido buena relación con la gente.	Hay empatía por parte de sus compañeros. La comunidad, de un cierto modo, lo cobija.
Bachillerato ¿Cómo te enseñaban matemáticas? (¿usaban algún tipo de material?, ¿tenías libros con	Algunos profes me permitían ver su libro para no estar leyendo en el pizarrón. Mis compañeros o me pasaban el apunte o me	Los compañeros siguen representando un apoyo para Roberto. Los profesores de este nivel educativo se mostraron más

adecuaciones?).	explicaban cómo era la cosa.	accesibles.
Universidad ¿Recibiste apoyo de algún tipo? ¿De los profesores? ¿Libros?	¿Un apoyo especial? No... Comprensión, o sea, si me ven todo el día con el celular en la mano no me dicen nada porque saben que estoy tomando fotos o algo así.	Se intuye que el profesor permite el libre tránsito de Roberto en el aula, con el fin de tomar fotos del pizarrón. Él afirma que esto es suficiente.
¿Los profesores te dictan o tienen alguna otra forma de ayudarte a parte de la comprensión?	La mayoría dicta lo que está escribiendo en el pizarrón.	Si bien señala que no todo el tiempo lo hacen, el dictado es un tipo de ayuda también.

Observaciones:

Dado el nivel de resto visual de Roberto, pareciera no necesitar adecuaciones relevantes para poder participar en una clase regular.

El apoyo brindado por sus compañeros parece presentarse de manera constante, facilitándole las notas de clase y explicando en caso de ser requerido.

En ocasiones, las adecuaciones requeridas pueden ser tan sencillas como tener empatía, ser comprensivos. Roberto señala que el hecho de que los profesores le permitieran el tránsito libre por el salón para fotografiar el pizarrón o dictar lo que se escribe puede hacer diferencia.

Conclusiones

Si bien el sistema educativo mexicano ha suscrito diversos acuerdos y leyes respecto a materia de inclusión educativa, aún falta mucho por hacer. En el caso particular de Roberto, eran necesarias por lo menos dos adecuaciones: que se le permitiera acercarse al pizarrón y el acceso a más de una fuente de información. Roberto ha logrado ser un estudiante universitario con una discapacidad visual que, al cobijo de sus compañeros y las buenas voluntades de sus profesores, lucha por salir adelante.

El punto quizá más complejo de atender es el institucional. Se debe reconocer que la mayoría de las universidades no están preparadas para recibir estudiantes con discapacidad. Cuando un estudiante logra entrar a la universidad no encuentra las herramientas, los medios ni la atención requerida para poder desempeñarse dentro de sus programas educativos; por lo tanto, es probable que esto afecte su permanencia y posibilidad de concluir sus estudios. Esto a su vez minimiza la probabilidad de que más estudiantes con discapacidad contemplen su ingreso a una universidad. Se convierte en un círculo vicioso que debemos romper.

En particular, la Universidad Autónoma de Zacatecas tiene un área de oportunidad en la atención a la diversidad funcional de sus estudiantes ya que, salvo el CASE (Centro de Aprendizaje y Servicios Estudiantiles) a través de su Programa de Atención a Alumnos Universitarios con Discapacidad, no existe una política institucional decidida desde su Plan Institucional de Desarrollo y desde las Unidades Académicas (García, 2018). Dada la reciente emergencia de estos casos, es comprensible que los profesores no contemos con el conocimiento o formación adecuada para atender a dichos estudiantes. Sin embargo, las instituciones y los docentes debemos promover la

capacitación constante y realizar las adecuaciones necesarias, de manera que la enseñanza pueda darse en condiciones favorables para todos.

Si nos remitimos a la investigación existente en nuestra disciplina, la Matemática Educativa, al contemplar el caso de estudiantes con discapacidad visual, debemos considerar que la falta del sentido de la vista debe ser compensada mediante el uso de esquemas compensatorios específicos (VYGOTSKI, 1997, citado en LÓPEZ-MOJICA, 2009, 2013) en los que se utilicen los demás sentidos. La educación especial, como campo de estudio desde la Matemática Educativa, puede considerarse aún incipiente; aún se requiere establecer marcos referenciales en torno a la construcción del pensamiento matemático desde la diversidad de estudiantes.

De manera optimista podemos apreciar que el desarrollo tecnológico actual permite tener herramientas que posibilitan: grabar audio y transcribir a tinta o a Braille, y viceversa; contar con impresiones con relieve; la descripción de imágenes o la lectura de texto, por mencionar algunos ejemplos. Sin embargo, la superación de estas barreras de tipo técnico no garantiza superar las barreras de corte didáctico o cognitivo, aún cuando todas estas barreras se encuentran intrínsecamente relacionadas. En esas áreas aún queda mucho trabajo por realizar.

Referencias

ANUIES. **Manual para la integración de personas con discapacidad en las instituciones de educación superior**. 2002. México: Autor.

BELL, E. C.; SILVERMAN, A. M. Access to Math and Science Content for Youth Who Are Blind or Visually Impaired. **Journal of Blindness Innovation & Research**, v.9, n.1, 2019. <https://doi.org/10.5241/9-152>.

BLANK, A.; GOURGEY, K.; KRESS, M. A graphical calculus course for blind students. **Information Technology and Disabilities**, v.1, n.4, p.1-6. 1994.

CRUZ, R.; CASILLAS, M. Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México. **Revista de la educación superior**, v.46, n.181, p.37-53. 2017.

DECLARACIÓN DE YUCATÁN. 2008. Disponible en: http://www3.uacj.mx/ddu/Documents/DECLARACION_YUCATAN.pdf Acceso el 20 Agosto 2020.

ESCALANTE, E. **Material didáctico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de operaciones con polinomios para personas con discapacidad visual**. 2020. Tesis de maestría no publicada. Unidad Académica de Matemáticas. Universidad Autónoma de Zacatecas. México.

GARCÍA, R.M. **La formación de personas ciegas en educación musical: derribando barreras desde la visión docente**. 2018. México: Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas".

HERNÁNDEZ, G. 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**, v.4, n.2, p.60-70. 2017.

HERNÁNDEZ, I.; CARRILLO, C.; GARCÍA, R.M. Tiflotecnología para la enseñanza. En Red de Cuerpos Académicos de Tecnología y Educación. **Retos y oportunidades de la educación durante la contingencia sanitaria**. 2020. José López (Coord.). 2° Simposio en Tecnología y Educación 2020. Memorias. UADY-UAZ. Recuperado de:

<<http://shorturl.at/tFGP8>>. Ponencia disponible en:
<<https://www.facebook.com/SimposioUMT/videos/296260214825255/?v=296260214825255>>

KOHANOVA, I. The ways of teaching mathematics to visually impaired students. **Integration**, v.1, n.1. 2010.

KONUR, O. Teaching disabled students in higher education. **Teaching in Higher Education**, v.11, n.3, p.351-363. 2006. doi: 10.1080/13562510600680871

LÓPEZ-MOJICA, J.M. **Estocásticos en el segundo grado de educación especial**. 2009. Tesis de maestría no publicada. Departamento de Matemática Educativa. Cinvestav. México.

LÓPEZ-MOJICA, J.M. **Pensamiento probabilístico y esquemas compensatorios en la educación especial**. 2013. Tesis de doctorado no publicada. Departamento de Matemática Educativa. Cinvestav. México.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). **Informe Mundial sobre la Discapacidad**. Suiza: Ediciones de la OMS. 2011. Disponible en: <http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf>

ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS ESPAÑOLES (ONCE). **Características de la rotulación para personas con discapacidad visual**. 2006. España: Autor. Disponible en: <https://sid.usal.es/docs/F8/FDO17716/caracteristicas_rotulacion.pdf>

PALMEROS, G.; GAIRÍN-SALLÁN, J. La atención a las personas con discapacidad en las universidades mexicanas y españolas, desde la revisión de las políticas educativas. **Educación**, v.25, n.49, p.83-102. 2016.

PÉREZ-CASTRO, J. La inclusión de los estudiantes con discapacidad en dos universidades públicas mexicanas. **Innovación educativa**, v.19, n.79, p.145-170. 2019.

PRITCHARD, C. K.; LAMB, J. H. Teaching geometry to visually impaired students. **MatheMatics teacher**, v.106, n.1, p.22-27. 2012.

ROBLES, I. **Matemática Braille. Guía para estudiantes, maestros y padres. 2a Reimpresión**. 2004. México: Trillas.

STONE, B.; KAY, D.; REYNOLDS, A. Teaching Visually Impaired College Students in Introductory Statistics. **Journal of Statistics Education**, v.27, n.3, p.225-237. 2019. DOI: 10.1080/10691898.2019.1677199

UNESCO. **Conferencia Mundial sobre Educación para Todos**. 1992. Disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184556>>

UNESCO. **Declaración de Salamanca. Marco de acción para las necesidades educativas especiales**. 1994. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427_spa.locale=es>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global data on visual impairments 2010** [Internet]. Ginebra: OMS; 2012 (documento WHO/NMH/PBD/12.01). Disponible en: <<http://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>> Acceso el 25 de noviembre del 2013.