



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
"FRANCISCO GARCÍA SALINAS"



UNIDAD ACADÉMICA DE MATEMÁTICAS

MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE OPERACIONES CON POLINOMIOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Tesis que para obtener el grado de
Maestra en Matemática Educativa
Con Orientación en el Nivel Bachillerato

Presenta:

LME. Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja

Directores de tesis:

Dra. Carolina Carrillo García

Dr. José Iván López Flores

DEDICATORIA

A mis padres, mi familia y a mi amigo/compañero de vida

Agradezco al Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el
apoyo brindado para la realización de
mis estudios de maestría.

Becaria No. CVU: 923552

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis asesores, la Dra. Carolina Carrillo García y el Dr. José Iván López Flores, por apoyarme y orientarme en el desarrollo de esta investigación, aunque pareciera difícil, aceptaron el reto y se los agradezco. Es un placer coincidir con personas como ustedes.

A los revisores de esta tesis: la Dra. Rosa María García Ortiz, la Mtra. María Guadalupe Ordaz Arjona y el Dr. Eric Flores Medrano, por sus observaciones, correcciones y sugerencias brindadas para la mejora de esta investigación.

Al Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales Ezequiel Hernández Romo, a sus directores: el Lic. Alejandro Fernández Montiel y la Lic. Maricarmen Macías Jasso, por siempre abrirme las puertas y permitirme ser parte del Instituto, así como su personal docente porque siempre me reciben con un gran gusto y siempre están dispuestos a apoyarme.

Por último, pero no por eso menos importante, a mis niños del IPACIDEVI que me han enseñado tanto, me han enseñado a *“ver con el corazón”*, de esta forma intento regresarles un poco de lo mucho que me dieron. Gracias.

Zacatecas, Zac., a 19 de junio del 2020

M.C. Nancy Calvillo Guevara

Responsable del Programa de Maestría en Matemática Educativa

De la Unidad Académica de Matemáticas

de la Universidad Autónoma de Zacatecas

P R E S E N T E

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo de grado que lleva por nombre “Material didáctico para el proceso enseñanza-aprendizaje de operaciones con polinomios para personas con discapacidad visual” y que fue realizado bajo nuestra asesoría por la LME. Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja, egresada de la Maestría en Matemática Educativa con Orientación en el Nivel Bachillerato, cumple con los requisitos de calidad académica **para ser sometido a su revisión**. Lo anterior en los términos de la legislación vigente, correspondiente a la Universidad Autónoma de Zacatecas y aquella establecida en la Maestría.

Atentamente,

Dra. Carolina Carrillo García
Docente Investigadora de la UAM-UAZ

Dr. José Iván López Flores
Docente Investigador de la UAM-UAZ

Zacatecas, Zac., a 10 de agosto del 2020

Dra. en D. Samanta Deciré Bernal Ayala
Responsable del Departamento Escolar
de la Universidad Autónoma de Zacatecas
“Francisco García Salinas”

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo de grado que lleva por nombre *“MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE OPERACIONES CON POLINOMIOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”* y que fue realizado bajo nuestra asesoría por la **LME. Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja**, egresada de la Maestría en Matemática Educativa, ha atendido las sugerencias y recomendaciones establecidas en el proceso de revisión por parte del comité evaluador, **por lo que se encuentra listo para su presentación y defensa**. Lo anterior en los términos de la legislación vigente, correspondiente a la Universidad Autónoma de Zacatecas y aquella establecida en la maestría.

Atentamente,

Dra. Carolina Carrillo García
Docente Investigadora de la UAM-UAZ

Dr. José Iván López Flores
Docente Investigador de la UAM-UAZ

CARTA DE RESPONSABILIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Zacatecas, Zacatecas, el día 10 del mes de agosto del año 2020, la que suscribe Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja, egresada del Programa de Maestría en Matemática Educativa con número de matrícula 38193700, manifiesta que es la autora intelectual del trabajo de grado intitulado “Material didáctico para el proceso enseñanza-aprendizaje de operaciones con polinomios para personas con discapacidad visual” bajo la dirección de la Dra. Carolina Carrillo García y el Dr. José Iván López Flores.

Por tal motivo asume la responsabilidad sobre su contenido y el debido uso de referencias, acreditando la originalidad del mismo. Asimismo, cede los derechos del trabajo anteriormente mencionado a la Universidad Autónoma de Zacatecas para su difusión con fines académicos y de investigación.

Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja

RESUMEN

El lenguaje algebraico es introducido formalmente en el sistema educativo mexicano en el nivel secundaria (12-15 años). En este nivel educativo, además de retomar las operaciones aritméticas básicas abordadas en nivel primaria, se incluyen estos signos 'nuevos' dando como resultado una combinación de números y letras que suele complicar la vida escolar (y la comprensión matemática) de muchos estudiantes. Esta actividad matemática involucra una dificultad cognitiva propia de la abstracción matemática, pero se vuelve una tarea colosal para las personas con discapacidad visual, que deben escribir en Braille, con regleta y punzón.

Ante esta problemática, con esta investigación se busca atender la escasez de materiales destinados a la adquisición de conceptos algebraicos de personas con discapacidad visual. Por otra parte, se espera promover la inclusión y disminuir los motivos potenciales de deserción proponiendo estrategias didácticas a docentes de escuelas regulares con estudiantes dentro de esta población.

En este marco, producto de la adaptación de materiales didácticos utilizados, se da lugar a dos materiales que tienen como objetivo apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos algebraicos de manera táctil, con características que ayudan a las personas con discapacidad respetando algunos aspectos señalados por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE).

Estos materiales se validaron con dos estudiantes del Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI) del estado de San Luis Potosí. Como resultado de esta investigación se propone una secuencia de aprendizaje de operaciones con polinomios, que involucra dicho material didáctico, considerando las sugerencias de mejora derivadas de su implementación en el aula y de la valoración de un profesor del IPACIDEVI experto en el área.

Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja

ABSTRACT

The algebraic language is formally introduced into mexican educational system at the secondary level (12-15 years). At this educational level, in addition to retaking the basic arithmetic operations addressed at the primary level, these 'new' symbols are included, resulting in a combination of numbers and letters that often complicate school life (and mathematical comprehension) for many students. This mathematical activity involves a cognitive difficulty typical of mathematical abstraction, but it becomes a colossal task for people with visual disabilities, who must write in Braille, with a ruler and a stylus.

Faced with this problem, this research seeks to address the shortage of materials for the acquisition of algebraic concepts of people with visual disabilities. On the other hand, it is expected to promote inclusion and reduce the potential reasons for dropping out by proposing didactic strategies to regular school teachers with students within this population.

In this framework, as a result of the adaptation of the didactic teaching materials used, two materials are created that aim to support the teaching-learning process of algebraic content in a tactile way, with characteristics that help people with disabilities while respecting some aspects indicated by the National Organization of the Spanish Blind.

These materials were validated with two students from the Institute for the Blind and Visually Impaired from the state of San Luis Potosí. As a result of this research, a sequence of learning operations with polynomials is proposed, which involves said didactic material, taking into account suggestions for improvement derived from its implementation in the classroom and from the assessment of an IPACIDEVI professor who is an expert in the area.

Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	VII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XXIII
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Motivación.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.2.1 Inclusión educativa	3
1.2.2 Dificultades y errores en el álgebra escolar	8
1.2.3 Dificultades de personas con discapacidad visual en el álgebra escolar..	10
1.3 Reflexión	15
1.4 Planteamiento	17
1.4.1 Problemática.....	17
1.4.2 Problema	17
1.4.3 Objetivo general.....	17
1.4.4 Objetivos particulares:	18
1.4.5 Pregunta.....	18
1.4.6 Justificación	18
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL.....	19
2.1 Discapacidad visual	19
2.2 Sistema Braille.....	22
2.2.1 Aritmética en Braille	25
2.2.2 Álgebra en Braille	27
2.3 ¿Qué es un material didáctico en matemáticas?	30
2.4 Demanda cognitiva en matemáticas.....	31
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	35
3.1 Tipo de investigación.....	35
3.2 Método.....	35
3.3 Colaboradores y contexto de la investigación.....	37
3.4 Consideraciones éticas en la investigación	38

3.5 Descripción de la propuesta del rediseño y adaptación del material didáctico	38
3.5.1 Cubarín algebraico	38
3.5.2 Mosaicos algebraicos (adaptados para polinomios).....	42
3.6 Diseño y descripción de la situación de aprendizaje	43
3.7 Planeación de la clase.....	46
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	51
4.1 Polinomios en el plan de estudios.....	51
4.2 Definición matemática en relación con polinomios	52
4.3 Conocimientos previos de polinomios.....	55
4.4 Diseño del material	56
4.5 Implementación.....	62
4.5 Resultados	67
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	77
5.1 Retomando el planteamiento de la investigación.....	78
5.2 Recomendaciones para el profesor	81
5.3 Ideas para futuras investigaciones.....	84
5.4 Reflexión como docente.....	85
REFERENCIAS	89
ANEXOS.....	93
Anexo 1. Una mañana de trabajo en Puebla.....	93
Anexo 2. Estancia en el Centro de Atención Múltiple Luis Braille	95
Anexo 3. Constancia de estancia en el Centro de Atención Múltiple Luis Braille.....	98
Anexo 4. Constancia de estancia en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán.....	99
Anexo 5. Actividades de la situación de aprendizaje.....	100
Anexo 6. Solicitud para implementación	106
Anexo 7. Entrevista a profesor con amplia experiencia con educación a personas con discapacidad visual.....	107

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Calidad y objetividad de un estudio de caso. Prueba y táctica. Yin (1989, citado en Martínez, 2006)</i>	36
Tabla 2. <i>Símbolos incluidos en el Cubarín Algebraico</i>	40
Tabla 3. <i>Actividades y justificación con base en la demanda cognitiva</i>	44
Tabla 4. <i>Planeación de clase</i>	46
Tabla 5. <i>Conocimientos previos de polinomios</i>	55

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de la educación inclusiva (Elaboración propia).....	3
Figura 2. Tablero de ajedrez adaptado (Mamcasz, Rutz, Midori y Sebastiao, 2016, p. 32).....	13
Figura 3. Optotipo no estandarizado (García, 2016, p. 270)	21
Figura 4. Rango de pérdida visual (Zummermann, 2012, p. 152)	22
Figura 5. Sistema de Moon (Rotary e-club de Puerto Rico y las Américas, s.f.).....	23
Figura 6. Sistema de Lecto-escritura Braille Español (DISCAPNET, s.f.).....	24
Figura 7. Regleta para Braille (ONCE, 2019)	25
Figura 8. Características de rotulación del sistema Braille (ONCE, 2006, p. 13)	25
Figura 9. Dígitos en Braille (Fernández, 2004, p. 21).	26
Figura 10. Signos de operaciones aritméticas en Braille (Fernández, 2004, p. 28)....	26
Figura 11. Cubarín/Caja aritmética para ciegos (ONCE, s.f.).....	27
Figura 12. Expresiones algebraicas simples en Braille (Fernández, 2004, p. 65).....	28
Figura 13. Exponentes y superíndices en Braille (Fernández, 2004, p. 66).....	29
Figura 14. Ejemplo de expresión algebraica (Fernández, 2004, p. 70).....	29
Figura 15. Características y exigencias de la Notación Matemática Braille (Fernández, 2004, p. 80).	30
Figura 16. Piezas del cubarín algebraico (Elaboración propia).....	39
Figura 17. Diseño de la base en 3D e impresa (Elaboración propia).....	39
Figura 18. Programa de Matemáticas I (Secretaría de Educación Pública, 2018, p. 26).....	52
Figura 19. El trinomio cuadrado perfecto (Aguilar et al., 2009, p. 294).	53
Figura 20. Cuadrado de lado a (Baldor, 2007, p. 99).....	54
Figura 21. Cuadrado de lado b (Baldor, 2007, p. 99)	54
Figura 22. Rectángulo de lado a y b (Baldor, 2007, p. 99)	54
Figura 23. Trinomio cuadrado perfecto (Baldor, 2007, p. 99).....	55
Figura 24. Vista general del diseño (Elaboración propia).....	57
Figura 25. Vista superior del diseño (Elaboración propia).....	57
Figura 26. Vista lateral del diseño (Elaboración propia).....	57
Figura 27. Prueba de impresión de cubos (Elaboración propia).....	57
Figura 28. Primera impresión de juego de cubos (Elaboración propia)	58
Figura 29. Segunda impresión de juego de cubos (Elaboración propia)	58
Figura 30. Tercera impresión de juego de cubos (Elaboración propia)	59
Figura 31. Cubarines aritméticos convencionales.....	60
Figura 32. Impresión de la base (Elaboración propia).....	61
Figura 33. Errores de impresión de la base (Elaboración propia).....	61

INTRODUCCIÓN

El marco legal actual en México se rige por diferentes convenciones, leyes, artículos y reformas educativas que señalan la aprobación y obligación de promover la educación inclusiva, así como la inclusión educativa. Esto implica que estudiantes con diferentes discapacidades están siendo aceptados en escuelas regulares, entre ellos, personas con discapacidad visual. Por consiguiente, estos estudiantes están ingresando a aulas regulares encontrándose con obstáculos y dificultades propios del sistema, aunado a los de su discapacidad, que se pueden observar en una clase de Álgebra con el tema de polinomios, el profesor a cargo debe contar con diferentes métodos y herramientas de apoyo a implementar en sus clases para lograr un aprendizaje equitativo con sus estudiantes acerca del contenido.

La literatura especializada señala que en nuestro país aún hay múltiples deficiencias, la inclusión educativa ha sido lenta y se tienen pocos indicios de tal inclusión esperada, por ende, la inclusión educativa aún no es una realidad. No se ha logrado garantizar el acceso a la educación a las personas con discapacidad, al menos no de forma gratuita, obligatoria y de calidad, como se indica en el artículo 3°.

En investigaciones relacionadas con materiales didácticos para personas con discapacidad visual en las ciencias se encontró que existe poco material didáctico dirigido a personas con esta discapacidad. Además, el que hay orientado específicamente al área de matemáticas suele estar dirigido principalmente para niveles básicos de enseñanza, como preescolar y primaria; para los niveles medio superior y superior es aún más escaso el material didáctico que apoye contenidos matemáticos.

En cuanto a investigaciones que abordan las dificultades y errores en el álgebra escolar, así como dificultades de personas con discapacidad en el álgebra escolar se encontró que los estudiantes con discapacidad visual van presentando los mismos errores y obstáculos que han sido reportadas en estudiantes sin discapacidad. Pero estos obstáculos se presentan aunados a dificultades propias de su discapacidad.

En el país son consideradas 7.7 millones de personas con discapacidad, de los cuales un 39.6 % tiene discapacidad visual, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI- (2018); algunas de ellas tienen la oportunidad de acceder a la educación, pero en su mayoría están siendo integrados no incluidos. Esto puede deberse al desconocimiento del tema de los profesores y autoridades a cargo, además del poco material de apoyo que hay dirigido a esta población y su conocimiento matemático. De manera específica, en torno al conocimiento algebraico, la complejidad de este lenguaje provoca que su conocimiento represente una ausencia de sentido, a consecuencia de la forma en que comúnmente es enseñado, ocasionando que la educación del ciego y la persona con baja visión se vea realizada limitadamente.

En este tenor, el propósito de esta investigación fue proponer material didáctico dirigido a estudiantes de bachillerato con discapacidad visual, de manera que se atiendan algunas de las dificultades presentadas respecto a la enseñanza y el aprendizaje de operaciones con polinomios, implementarlo y proponer un rediseño con miras a su mejora.

Al ser la inclusión educativa y el aula matemática un campo de reciente interés de la Matemática Educativa, y en virtud de la preocupación de la Maestría en Matemática Educativa de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas por formar investigadores y/o docentes comprometidos con el conocimiento, propiciando realizar propuestas encaminadas a solucionar problemas en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje que se presentan en un aula matemática, como se describe en los documentos oficiales de este posgrado, se realiza la siguiente investigación con la finalidad de que los catedráticos dispongan de herramientas para lograr que los estudiantes con discapacidad visual logren un aprendizaje equitativo.

En el marco de referencia de esta investigación se consideraron cuatro aspectos: la discapacidad visual que se describe de manera general, el sistema de comunicación Braille y las características que lo conforman, algunas caracterizaciones de los materiales didácticos que retomamos para proponer una definición de los mismos en apego a nuestro interés dentro de la enseñanza de las matemáticas y, por último, los niveles de demanda cognitiva en matemáticas propuestos por Stein (1996), cuyo modelo consta de cuatro niveles: memorización, procedimientos sin conexiones a la comprensión y al concepto, procedimientos con conexiones a la comprensión o a conceptos y hacer matemática, que permitieron la interpretación de los datos obtenidos en esta investigación.

Los apartados con los que cuenta el trabajo se describen a continuación:

En el capítulo uno, denominado planteamiento de la investigación, se inicia presentando los antecedentes, haciendo un análisis de reportes en torno a inclusión educativa, material didáctico para personas con discapacidad, dificultades y errores en el álgebra escolar y dificultades de personas con discapacidad visual. Posteriormente, y a la luz del análisis inicial, se presenta el planteamiento formal de investigación.

Dentro del capítulo dos se plantea el marco referencial, que ayuda a comprender las nociones claves dentro de la investigación y permite la interpretación los resultados. Como se mencionó, éste incluye una descripción de discapacidad visual, el sistema Braille y material didáctico en matemáticas, además de los niveles de la demanda cognitiva en matemáticas.

En el capítulo tres se plantea la metodología, en la que se describe el procedimiento de la investigación del tipo cualitativa que se realizó, se explica y se justifica el tipo de estudio, el diseño, así como los instrumentos que se aplicaron para recabar datos, además de describir a los participantes y los escenarios en los que se desarrolló este estudio.

En el capítulo cuatro se analizan y dan a conocer los resultados encontrados durante la implementación del material didáctico que se realizó. En el capítulo cinco se muestran las conclusiones que se obtuvieron al analizar los datos y contrastar con los objetivos de la investigación. Además, se incluyen algunas recomendaciones para el profesor, y estando en el marco de una maestría de tipo profesionalizante, se presenta una reflexión desde la perspectiva docente respecto a la investigación que se realizó.

Por último, se presentan las referencias que sirvieron para el desarrollo de la investigación y los anexos en los que se encuentran las herramientas y evidencias de la investigación llevada a cabo.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo presentaremos tres elementos del inicio de nuestra investigación: la motivación inicial del estudio, la revisión realizada de los estudios que nos preceden y, finalmente, una reflexión en torno a lo que consideramos se podía realizar a partir del análisis hecho. Posteriormente, se presenta el planteamiento formal del problema atendido.

1.1 Motivación

Durante mis estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, estuve como voluntaria alrededor de tres años (de 2014 a 2017) en el Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI) “Ezequiel Hernández Romo”, en la capital del estado. El IPACIDEVI es un instituto que subsiste de donaciones y brinda atención a estudiantes que, en su mayoría, son de recursos económicos bajos.

En este instituto impartí clases de matemáticas, física y temas afines en los diferentes niveles educativos: intervención temprana, preescolar, primaria y bachillerato; además, apoyaba en actividades extraescolares, como teatro y deportes como paralimpiadas. Esto generó que algunos estudiantes tuvieran confianza para platicarme los problemas y dificultades personales con los que comúnmente se enfrentan a raíz de la discapacidad visual y la integración.

A raíz de ello, inicié una investigación en esta área (Escalante, 2017) que tuvo como objeto de estudio la interacción entre la persona con discapacidad visual, su conocimiento matemático y la mejora de éste. En el transcurso de esa investigación me percaté de que son escasas las investigaciones con estas características, no sólo en México sino en Latinoamérica. Esto provoca que la educación del ciego se vea limitada debido, por una parte, al desconocimiento del tema y, por otra, a que la discapacidad no es atendida dado que el grupo de personas con discapacidad visual es minoría y las instituciones educativas regulares se enfocan en la atención desde una perspectiva homogénea.

Asimismo, realizando mi voluntariado me percaté de lo complejo que puede ser el proceso de enseñanza a una persona con discapacidad visual, ya que los profesores estamos acostumbrados a enseñar a personas normovisuales. Esto implica que la mayoría de los ejemplos que se presentan en una clase suelen ser visuales, así como las indicaciones que se dan verbalmente y, en general, la didáctica implementada; de esta manera, con esta forma de trabajo, aparece como necesario el sentido de la vista para lograr adquirir los conocimientos que se señalan en el contenido de los planes curriculares obligatorios. En

caso de que un estudiante con discapacidad visual ingrese a un aula regular, el profesor debe planear las actividades tratando que el estudiante utilice sus sentidos compensatorios, como el tacto y el oído, por lo que debe realizar un cambio en su práctica docente. Ante la ausencia de especialistas en las diferentes necesidades educativas especiales en los centros educativos, el profesor debe sobreexigirse para atender la diversidad de su aula, en la que por lo general tiene ya muchos estudiantes.

Según diversos autores (Desoete y Praet, 2013; Mántica, Götte y Maso, 2014; Cardona, Arámbula y Vallarta, 2016) y los Derechos a la Educación de Personas con alguna Discapacidad (Gobierno de Zacatecas, 2017) es deseable que el profesor utilice material didáctico como apoyo para lograr los objetivos de enseñanza-aprendizaje y brindarles a los estudiantes con discapacidad visual las mismas oportunidades que a sus compañeros. Sin embargo, el alto costo del material didáctico exclusivo para ciegos representa una dificultad para adquirirlos y por ende para implementarlos. Además, en muchas ocasiones se desconocen los materiales existentes (incluso los de enseñanza regular) porque no son utilizados comúnmente en el aula de matemáticas en bachillerato ya que conforme se avanza de nivel educativo, éstos son usados con menos frecuencia.

Consideramos que es importante realizar este tipo de investigaciones ya que las reformas educativas más recientes en la enseñanza obligatoria promueven la “Educación para todos”. Derivado de estas reformas, todos los estudiantes con características fuera de la media, entre ellas la discapacidad visual, están siendo incorporados a las aulas regulares. Sin embargo, en estos momentos están siendo atendidos por profesores que no se encuentran capacitados para ello, debido principalmente a que su formación inicial está dirigida a estudiantes regulares, además de la escasa capacitación continua para ello; asimismo es de destacar que los espacios no siempre son adecuados para el desarrollo de las personas con discapacidad visual.

Ante este panorama, esta investigación se propone proporcionar sugerencias didácticas y formas de trabajar con estudiantes con discapacidad visual incluidos en el aula, así como la oportunidad de replicar el material aquí propuesto y significar los conocimientos de sus estudiantes en matemáticas.

1.2 Antecedentes

En este apartado se presenta el análisis de estudios previos relacionados con el foco de interés para esta investigación. Para su presentación en este documento se dividieron en tres categorías: Inclusión educativa, Material didáctico y Dificultades en el álgebra escolar; en este último apartado se presenta también un enfoque centrado en aquellas dificultades de personas con discapacidad visual en el álgebra escolar.

1.2.1 Inclusión educativa

Una revisión histórica hecha sobre el desarrollo de la inclusión educativa permite apreciar que a lo largo de la historia las personas con discapacidad se han encontrado con situaciones de desventaja, siendo víctimas de la exclusión social por su condición, se les han negado sus derechos fundamentales y oportunidades de desarrollo por barreras físicas, culturales y sociales principalmente, a raíz de prejuicios y estigmas (ver Figura 1) y es hasta los últimos años que aparece la Educación Inclusiva.

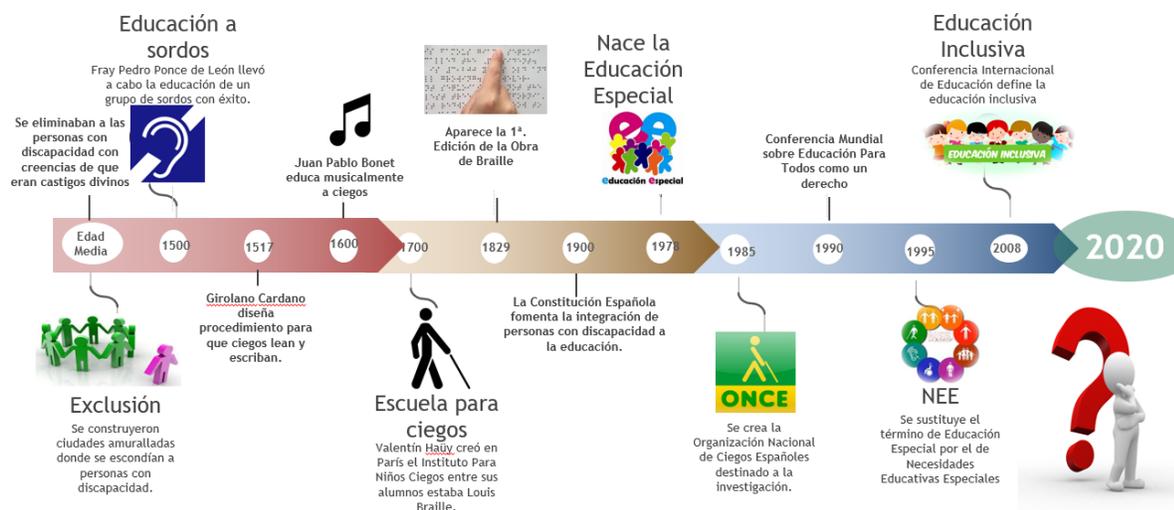


Figura 1. Evolución de la educación inclusiva (Elaboración propia).

Un claro ejemplo de la discriminación que sufrían las personas con discapacidad visual es que desde la antigüedad las personas con discapacidad fueron vistas como innecesarias, siendo eliminadas porque no servían para defender al país, encerrados en ciudades amuralladas donde eran escondidos, la discapacidad era vista como un castigo divino. A través de los años se iniciaron pequeños esfuerzos para cambiar la educación de las personas con discapacidad, creando escuelas para sordos y ciegos. Sin embargo, es hasta el siglo XIX que se comienza a dar importancia al derecho a la educación de las personas con discapacidad, esto marca el inicio de la Educación Especial con la creación de centros especializados apartados de la Educación Regular.

Es en 1990 cuando en la “Conferencia Mundial sobre Educación Para Todos” se promueve el derecho universal a la educación, posteriormente se sustituye el término de Educación Especial por el de Necesidades Educativas Especiales (NEE), considerando que todos somos diferentes y por tanto tenemos alguna necesidad educativa especial, no imperiosamente por tener o no alguna discapacidad, en este momento se dan los primeros pasos hacia la integración. Es hasta 2008 cuando en la Conferencia Internacional de Educación se define el marco legal con el supuesto de ser el que nos rige: la Educación Inclusiva, convenciones, leyes, artículos, reformas educativas y demás señalan la aprobación de la educación inclusiva en el país.

Lobato (2001) considera que los obstáculos con los que la integración educativa se va encontrando son consecuencia de un modelo educativo que favorece la competencia individual, que parte del principio de homogeneidad entre los estudiantes, de manera que no se considera la diversidad del aula. Por lo que es necesario que los profesores tengan flexibilidad en cuanto al tiempo, contenidos, objetivos y espacios para brindar calidad ante las necesidades educativas que se encuentran presentes en el aula.

Como respuesta a los proyectos de integración educativa en países de primer mundo, en América Latina se comenzó a dar importancia y realizar propuestas en torno a adaptaciones curriculares, aulas especiales en aulas regulares, profesores especialistas y regulares en una misma aula, así como la asesoría externa. Por consiguiente, el reto que continúa es la escuela para todos o la educación inclusiva. Las dimensiones de la educación inclusiva que considera Lobato son: integración del contenido, proceso de construcción del contenido (facilitar el conocimiento por medio de estrategias de enseñanza), pedagogía de equidad (adaptar los estilos de enseñanza a los estilos de aprendizaje), reducción de los prejuicios (reflexionar acerca de la diversidad) y una cultura escolar y una estructura social de oportunidades.

Por otro lado, González (2009) plantea como problema las normativas a la educación de las personas con discapacidad. Su objetivo fue mostrar históricamente hasta el modelo de atención al alumnado con necesidades educativas especiales, cómo ha evolucionado conceptualmente, desde el modelo del déficit hasta el modelo de atención a la diversidad o al modelo de escuela inclusiva, con la justificación de la importancia de la educación en función de las características y posibilidades individuales. Por medio de un análisis histórico obtiene como consideraciones finales que la evolución de la atención a la discapacidad ha sido lenta y dura, pero fructífera, centrada en la atención a la diversidad, como el currículo de manera flexible, abierto y adaptable. En cuanto a las carencias señala que faltan medios, así como recursos humanos, materiales y económicos.

Las posibles soluciones están encaminadas a una mejor formación del profesorado, el conocimiento normativo por lo que se requiere un profesional formado en estrategias de atención a la diversidad, con un marco teórico claro y con un compromiso de cambio. Así como también coordinación entre las diferentes administraciones, la colaboración entre el centro escolar, la familia y el municipio, la atención temprana, y el apoyo a la inserción laboral de estas personas.

Lauzurika, Dávila y Naya (2009) indican que la problemática en la sociedad es la educación excluyente y segregadora heredada, propia de una sociedad también excluyente. Por lo que su objetivo fue mostrar una perspectiva sobre inclusión, más concretamente en Educación inclusiva centrada en la discapacidad, con la justificación de que sólo el 2 % de los niños con discapacidad tienen acceso a algún tipo de educación y son parte de la exclusión social.

A nivel normativo, el progreso de los últimos años ha sido notorio, pero en el ejercicio práctico del derecho a la educación de las personas con discapacidad no ha habido grandes avances. El reconocimiento legal de un derecho no tiene por qué traer necesariamente el ejercicio práctico de éste, si no se diseñan y ponen en marcha políticas y estrategias comprometidas concretas, con la total determinación de transformar la realidad de vulneración de derechos que se vive en la región. Los avances que se den en la esfera de la educación de las personas con discapacidad deben ir acompañados de una transformación social, económica y política que revierta todas las deficiencias estructurales de fondo que impiden el ejercicio de los derechos (Lauzurika *et al.*, 2009, p. 157).

Por su parte, Núñez, Comboni y Garnique (2010) consideran que el problema de la sociedad es la marginación y exclusión escolar de grupos vulnerables. El objetivo de la investigación reportada fue analizar la política educativa de los últimos sexenios en relación con la educación especial, la escuela inclusiva y la educación especial en nuestro país; y, por otro lado, demostrar el viraje de la política inclusiva hacia la vieja concepción de la educación especial. La justificación para ello fue que la educación ha sufrido los embates del ir y venir de la política económica, con los recortes de presupuestos a la Secretaría de Educación Pública (SEP) y a las universidades públicas.

En sus conclusiones y resultados manifiestan que:

La calidad educativa en todos los niveles del sistema escolar en México constituye un objetivo primordial de la política educativa gubernamental, y de cada institución que desea ser acreditada como una escuela de calidad. Sin embargo, pocas -por no decir ninguna- se preocupan por ser consideradas como escuelas inclusivas. [...]

Una escuela inclusiva no tiene exámenes de admisión, no discrimina por motivos económicos, de origen o de pertenencia social, no clasifica de acuerdo con las capacidades intelectuales que fomentan la competencia y el individualismo. Fomenta la colaboración, la aceptación y la ayuda mutua, el diálogo horizontal y el trato igualitario a todos los estudiantes. [...] Una educación inclusiva se preocupa por la atención adecuada. [...]

Las zonas indígenas sufren marginación en cuanto al número de escuelas y la distancia entre un centro educativo y otro, [...] promueve el ausentismo. Núñez, Comboni y Garnique, 2010, p. 78.

Los factores que consideran fundamentales para llevar a cabo una reforma del sistema educativo de este tipo son tres: los recursos económicos necesarios, conocimientos y personal capacitado, y voluntad política.

Cardona, Arámbula y Vallarta (2016) señalan que el plano legislativo es un manual y/o herramienta para el profesor, además comentan que, a raíz de la aparición de la legislación “educación para todos”, los estudiantes con discapacidad están siendo aceptados en aulas regulares. Esto ha costado mucho trabajo a los maestros debido a que los grupos son con frecuencia numerosos y además se debe brindar atención a cada uno de ellos según sus características, por lo que deben planear para todos. Por lo que debe verse como una experiencia compleja pero no como un obstáculo, indica que lo deseable sería

que en cada escuela haya personas especialistas en cada una de las necesidades educativas especiales que puedan apoyar y asesorar a los profesores, pero lamentablemente no es así, los profesores deben ser capaces de atender la diversidad educativa.

Estos investigadores indican características generales de estudiantes ciegos y con baja visión, así como estrategias de atención, tanto para profesores como para padres de familia. Señalan que los estudiantes con esta discapacidad no son capaces de imitar ciertos movimientos físicos, también mencionan el lugar en el que debe estar sentado el estudiante (al frente de la clase), para que en caso de que el estudiante tenga debilidad visual sea capaz de percibir lo que el profesor realiza o en caso de que el estudiante sea ciego le sea posible escuchar las indicaciones sin el menor distractor, destacan la importancia de materiales lúdicos y concretos haciendo uso de sus sentidos compensatorios como el sentido del tacto y el oído. Además, dan indicaciones específicas para asignaturas como español y matemáticas, como darles tiempo extra a la resolución de actividades, considerar el tipo de material a utilizar haciendo uso del tamaño, las texturas y del braille, motivarlos para que el estudiante desee participar y sea incluido en los equipos de trabajo. Uno de los mayores retos está en transformar las actitudes de los docentes, promoviendo la cooperación y apoyo y considerando las características diversas de los estudiantes.

En sus anexos incluyen juegos y actividades que puede realizar el estudiante en su casa, control de tareas del hogar, así como guías diagnósticas para el profesor de las diferentes discapacidades; material valioso para los docentes que tienen estudiantes con discapacidad o en caso de que no los tengan es una buena guía con información previa importante.

Como se puede apreciar, para hablar de inclusión es necesario realizar una revisión y reflexión profunda sobre la manera en que nuestras leyes e instituciones incluyen a las personas con discapacidad, específicamente en lo relativo a personas con discapacidad visual. Según el Compendio Legislativo en materia de atención a personas con discapacidad del estado de Zacatecas (2017), se trata de reconceptualizar la equidad, diversidad e integración de y para las personas con discapacidad. Indica que generalmente a las personas con discapacidad se les niega el acceso a la educación o de desarrollo profesional, además de la vida cultural, con un acceso restringido en espacios públicos. Por otro lado, reconoce la importancia de una sociedad incluyente que garantice el ejercicio pleno de los derechos ciudadanos.

En la ley estatal para la integración al desarrollo social de las personas con discapacidad se describe educación inclusiva como “la educación que propicia la integración de personas con discapacidad a los planteles de educación básica regular, mediante la aplicación de métodos, técnicas y materiales específicos” (Gobierno de Zacatecas, 2017, p. 69). Ante la educación inclusiva son indispensables los ajustes

razonables, que son las modificaciones y adaptaciones necesarias que no impongan una carga desproporcionada en algún caso en particular.

En el capítulo dirigido a la educación de personas con discapacidad señala que:

3. Los Estados Partes brindarán a las personas con discapacidad la posibilidad de aprender habilidades para la vida y desarrollo social, a fin de propiciar su participación plena y en igualdad de condiciones en la educación y como miembros de la comunidad:

a) Facilitar el aprendizaje del Braille, la escritura alternativa, otros modos, medios y formatos de comunicación aumentativos o alternativos y habilidades de orientación y de movilidad, así como de tutoría y de apoyo entre pares.

4. A fin de contribuir a hacer efectivo este derecho, los Estados Partes adoptarán las medidas pertinentes para emplear a maestros, incluidos maestros con discapacidad, que estén cualificados en lengua de señas o Braille y para formar profesionales y personal que trabajen en todos los niveles educativos. Esa formación incluirá la toma de conciencia sobre la discapacidad y el uso de modos, medios y formatos de comunicación aumentativos y alternativos apropiados, y de técnicas y materiales educativos para apoyar a las personas con discapacidad. (p. 33).

Por último, Morga (2017) señala que si bien desde la promulgación de la Constitución de 1917, la educación ha sido considerada un derecho de todos los mexicanos, a pesar de esto, cerca de 4.1 millones de estudiantes se encuentran excluidos del sistema educativo nacional. Los grupos que menos ven cumplido su derecho a la educación son niños con alguna discapacidad, quienes viven en zonas rurales, de origen indígena, los que trabajan y quienes habitan en hogares con bajo nivel de ingreso. Destaca que han pasado 29 años después de la Declaración mundial sobre educación para todos (1990) y esta meta no ha pasado de ser una declaración política. Concluye que la generación de estudiantes excluidos del sistema de educación nacional tendrá un futuro marcado por la marginación, el subempleo y la falta de movilidad social con el eterno riesgo de la pobreza extrema, el reclutamiento por parte del crimen organizado y la victimización. Estos riesgos son una violación a los derechos inherentes de la infancia de nuestro país.

Los padres de familia tienen el compromiso de mantener a sus hijos en la escuela y coadyuvar al logro de los aprendizajes, las escuelas tienen la meta de construir comunidades y ambientes de aprendizaje que favorezcan la permanencia de los estudiantes en la escuela y el logro del perfil de egreso, y de contribuir al desarrollo pleno de sus estudiantes. A su vez, los profesores tienen el compromiso de poner en el centro de sus esfuerzos a los estudiantes, de profesionalizarse, de innovar en sus estrategias de enseñanza para garantizar el aprendizaje de sus estudiantes y para motivarlos a hacer el aprendizaje un elemento permanente en su vida. (Morga, 2017, p. 23).

De la educación especial a la educación inclusiva A raíz de las nuevas reformas educativas, legislaciones y declaración de derechos humanos se promueve la inclusión de personas con discapacidad a aulas regulares con el apoyo de las autoridades educativas y

profesores a cargo, con el fin de que logren un desarrollo cognitivo y social a la par de sus compañeros.

Es de suma importancia destacar que el material didáctico dirigido a personas con discapacidad visual (PDV) es escaso y el poco que hay tiende a ser costoso y no es fácil de conseguir. Por ende, el material didáctico para PDV dirigido específicamente al área de matemáticas es aún menor y va direccionado a conocimientos del nivel básico, lo mencionado es un claro ejemplo de lo que hace referencia el siguiente autor: “el obstáculo no está en la naturaleza de las ideas, sino en la **escasez de medios** de que dispone el ciego para asimilárselas” (Villey, 1996, citado por Fernández, 2008, p. 149).

Es necesario apoyar a los estudiantes con discapacidad visual (DV) complementando el trabajo en la clase con recursos didácticos o tecnológicos para reforzar la apropiación de los conocimientos y estos se vuelvan significativos, debido a que “la vía háptica o táctil puede calificarse como exclusiva de los ciegos. El contacto físico necesario la hace costosa, lenta y pobre, pero en matemáticas todo concepto es transmisible por vía háptica” (Fernández, 2008, p. 149). Es indispensable hacer uso de sus esquemas compensatorios¹, con adaptaciones, modificaciones y ajustes razonables de sus clases, por ejemplo, con ayuda de material didáctico, aunque el costo y acceso al mismo vuelve compleja la tarea del profesor.

Autores como Desoete y Praet (2013) afirman que es importante la inclusión de ciegos a clases regulares, por lo tanto, es necesario que los profesores adopten métodos, materiales, objetivos y evaluaciones para niños ciegos, puesto que, según testimonios, son significativas las complicaciones que presentan las personas con discapacidad visual con respecto al aprendizaje de las matemáticas escolares. Aseguran que es importante adaptar lo necesario para lograr la inclusión de PDV al aula matemática.

Para que la inclusión al aula matemática sea una realidad, es fundamental que “El docente que tiene en su clase un niño ciego prevé que, en caso de referenciar imágenes debe contar con material preparado previamente (utilizando impresora Braille o *thermoform*” (Mántica, Götte y Maso, 2014, p. 1025). Los profesores deben estar dotados de medios y recursos que les sea posible aplicar o adaptar en el aula con el fin de lograr la participación equitativa de todos sus estudiantes en las discusiones en clase.

1.2.2 Dificultades y errores en el álgebra escolar

Dado el concepto que se aborda en esta investigación, en el siguiente apartado se presenta la problemática relacionada con la enseñanza-aprendizaje del Álgebra escolar.

¹ Son los procesos cognitivos que asumen la función de aquellos que son deficientes o están ausentes en niños con discapacidad. Estos esquemas le permiten al individuo una reestructuración de los procesos cognitivos ante la demanda de su contexto (Vygotski, 1997).

Kieran y Filloy (1989) describen algunos procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje del álgebra de secundaria. Afirman que ésta no es una generalización de la aritmética y los estudiantes siguen utilizando los métodos que les funcionaban en aritmética, por lo que muestra un marco de referencia aritmético con los siguientes puntos:

- Su forma de ver el igual: tienen necesidad de “hacer algo” y ver el resultado a la derecha, no lo ven como una igualdad con propiedades de simetría y transitividad.
- Sus dificultades con la concatenación y con algunas de las convenciones de notación del álgebra: la concatenación en aritmética denota adición, en álgebra significa multiplicación ($2\frac{1}{4} \neq 2b$).
- Falta de habilidad para expresar formalmente métodos y procedimientos, los estudiantes no logran darse cuenta de que el procedimiento suele ser la respuesta.
- Interpretación de las variables, estudiantes malinterpretan el sentido de las variables en las ecuaciones.

Una de las investigaciones más citadas en múltiples artículos, dada su postura en relación con la enseñanza-aprendizaje del Álgebra escolar, es la de Socas (1997). En su investigación “Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en Educación Secundaria”, indica las siguientes dificultades:

- Dificultades asociadas a la **complejidad de los objetos de las matemáticas**. Conflicto a partir del uso del lenguaje ordinario, dentro del contexto matemático, igualmente en relación con los conceptos de palabras específicamente matemáticas o por situaciones mal formuladas.
- Dificultades asociadas a los **procesos de pensamiento matemático**. Propias del pensamiento lógico y en la ruptura en relación con los modos de pensamiento matemático, se ven como los modelos implícitos que generan ciertos modos de pensamiento se convierten en dificultades para el proceso en el conocimiento matemático.
- Dificultades asociadas a los **procesos de enseñanza**. Estas tienen que ver con la institución escolar, con el currículo de matemáticas y con los métodos de enseñanza.
- Dificultades asociadas al **desarrollo cognitivo** de los estudiantes. Donde se involucra la posibilidad de tener información sobre la naturaleza de los procesos de aprendizaje y conocimiento del desarrollo intelectual, permite conocer el nivel de dificultades, realizaciones y respuestas a cuestiones esperadas de los estudiantes.
- Dificultades asociadas a las **actitudes afectivas y emocionales**. Sentimientos de tensión y miedo hacia las matemáticas que fueron influenciados por la actitud de los profesores de matemáticas hacia sus estudiantes, los estilos de enseñanza, las actitudes y creencias hacia las matemáticas que le son transmitidas.

Por último, Ruano, Socas y Palarea (2008) afirman que los estudiantes, incluso los más capacitados en matemáticas, tienen dificultades, y que es importante para el profesor conocer errores básicos e interpretarlos, para así poder darles tratamiento y ayudar a los

estudiantes en la corrección de sus errores. Consideran tres ejes, no disjuntos, con tres orígenes distintos:

- Obstáculo es aquel conocimiento adquirido que ha tenido efectividad en ciertos contextos, que origina respuestas inadecuadas.
 - Epistemológico.
 - Didáctico.
 - Cognitivo.
- Ausencia de sentido, se originan los distintos estadios de desarrollo (semiótico, estructural y autónomo) que se dan en una representación.
 - Errores del álgebra que tiene su origen en la aritmética.
 - Errores de procedimiento utilizando inapropiadamente reglas o procedimientos.
 - Errores del álgebra propios de las características del álgebra.
- Actitudes afectivas y emocionales como falta de concentración (excesiva confianza), bloqueos, olvidos, entre otros.

Los autores mencionados anteriormente indican dificultades, errores y obstáculos con los que se van encontrando los estudiantes al transitar de la aritmética al álgebra y posteriormente en el desarrollo de las materias relacionadas con álgebra. Dada la experiencia con estudiantes con discapacidad visual, asumimos que los estudiantes con discapacidad visual no están disociados a este conjunto de estudiantes y son susceptibles de presentar las mismas dificultades, errores y obstáculos propios de la materia; sobre ello se aborda en el siguiente apartado.

1.2.3 Dificultades de personas con discapacidad visual en el álgebra escolar

Existen errores y obstáculos en el tránsito de la aritmética al álgebra. El ciego y el alumno con baja visión no son la excepción de ellos, ya que los pasos pueden ser bruscos, en busca de una cierta continuidad abstractiva. “Las ‘letras’ se introducen de inmediato [...] Lo que implica la introducción de los signos en los momentos y forma adecuados, la **continua supervisión**, la corrección de trabajos y pruebas” (Fernández, 2008, p. 231), por lo que si el docente debe estar atento a los procedimientos de los estudiantes en general, debe serlo de manera enfática con los estudiantes con discapacidad visual, apoyarlos en ubicar algún error, aunque esto implica que pareciese una clase personalizada.

En este tenor, Kohanová (2010) presenta una visión general de la situación real de la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual en los diferentes niveles educativos (primaria, secundaria y universidad) en Eslovaquia. Indica que “el nivel del conocimiento matemático en secundaria aumenta muy bruscamente en todos los campos: álgebra, análisis y geometría. Por lo tanto, tendrán que superar muchos otros

nuevos desafíos, especialmente con **la notación Braille** de todos los nuevos símbolos”² (p. 2).

Trabajar matemáticas en Braille implica una mayor dificultad, aún más cuando se trabaja con regleta y punzón, esto implica hacerlo con un conjunto de puntos asignados para cada letra, escribiendo de derecha a izquierda con la lectura dando vuelta a la hoja y leer de izquierda a derecha asociando su combinación a la letra o número determinado y éstos con una complicación adicional. Es decir, que a los números se le antepone el signo numérico a las primeras 10 letras del abecedario, así no se estará hablando de letras sino de números; por ejemplo, la “a” con el signo numérico antepuesto es el 1, la “b” es el 2 y así sucesivamente.

Un claro ejemplo de que trabajar matemáticas en Braille implica una mayor dificultad es que “el álgebra como lenguaje permite ser conciso en tinta (letra imprenta), lo que no ocurre con **la signografía matemática en Braille**” (Velasco y Montes, 2013, p. 295). Hacer uso del Braille en Álgebra, aunque proporciona al estudiante ciego lo indispensable para poder trabajar con el contenido, implica la asunción de dificultades y limitaciones propias del sistema o del instrumental (regleta y punzón). Entre estas dificultades se puede señalar “la imposibilidad de contrastación de combinaciones de seis puntos, escasamente diferenciable en sus signos, exigente de una atención continuada, generadora de **saturación** perceptiva y dificultades del carácter posicional de ciertos conceptos” (Fernández, 2008, p. 231), así como “dificultad al realizar las operaciones por la extensión de términos” (Jiménez, Barreto y Funeme, 2013, p. 561).

En la didáctica del Álgebra, en muchas ocasiones es notorio que los estudiantes no logran dar significado al contenido, no más allá de la perspectiva aritmética y de los algoritmos. Los conocimientos de las PDV también se ven afectados en cuanto a su significación, contribuyendo en ello las estrategias didácticas implementadas:

Los estudiantes en condición de discapacidad visual presentan **bajos niveles de apropiación conceptual**, respecto a los estudiantes videntes que cursan el mismo grado académico. Niveles bajos que no se deben a sus capacidades sino a la forma visual y no inclusiva en que se ha enseñado (Velasco y Montes, 2013, p. 295).

Respecto a la comprensión y el braille, Mántica, Götte y Maso (2014) indican que:

Los diferentes **conflictos están asociados a la comprensión y comunicación de objetos matemáticos**, que surgen como consecuencia de las características propias del lenguaje de las matemáticas. **La necesidad de traducir al lenguaje Braille genera una complejidad mayor** en el caso del aprendizaje por parte de estudiantes no videntes, que necesitan traducir a este lenguaje todo lo que el profesor de matemática trabaja en su clase. (p. 1024).

² Traducción propia de: Scale of mathematical knowledge increases here very sharp in all fields: algebra, analysis, and geometry. Hence, they will have to overcome a lot of other new challenges, especially with Braille notation of all new symbols.

Gözde (2014) en su trabajo de pregrado, con respuestas de alumnas con DV con las que estuvo trabajando polinomios, ejemplifica otras dificultades y limitaciones que presentan las personas con discapacidad visual con el contenido de Álgebra:

Rabia era relativamente buena aprendiendo matemáticas cuando se usaban números en lugar de letras. Cuando ella podía encontrar la respuesta, fácilmente podía entender la lógica. Sin embargo, **cuando las letras y otras notaciones algebraicas fueron usadas, se confundió**. Ella explicó:

Es mejor para mí tratar de entender el tema usando números. Cuando intento analizar o resolver un problema utilizando letras, me pierdo. Por lo tanto, realmente odio y no puedo hacer álgebra o trigonometría.³

Los participantes entendieron que el desafío de aprender contenido matemático se hizo más difícil de superar en su mayoría cuando el contenido se vuelve abstracto o requiere un componente visual. Por lo tanto, algunos conceptos más desafiantes fueron geometría, cálculo (especialmente integral) y álgebra (especialmente los polinomios)⁴ (p. 51).

Otra de las cuestiones que provoca que la educación del ciego se vea limitada es la falta de capacitación de los docentes ante estudiantes con alguna discapacidad, por ejemplo “El docente propone una de las ecuaciones con denominadores, esto implica una dificultad adicional para el estudiante en la resolución de la tarea ya que el estudiante invidente se apoya muchísimo en el **cálculo mental**” (Ochoviet y López, 2014, p. 71). Las personas ciegas y con baja visión se apoyan en el cálculo mental debido a que en situaciones anteriores les ha funcionado.

Mamcasz, Rutz, Midori y Sebastiao (2016) realizaron una adaptación metodológica y didáctica para la enseñanza de productos notables, para ello se apoyaron en la teoría cultural de Vygostki y las etapas de asimilación propuestas por Galperin. Su población de estudio fueron 41 estudiantes regulares y un estudiante ciego de octavo grado (13-14 años). Su trabajo consistió en retomar las etapas propuestas por Galperin:

- 1) motivación;
- 2) establecimiento de la base orientadora de la acción;

³ Traducción propia de: Rabia was comparatively good at learning mathematics when numbers instead of letters were used. When she could find the answers, she could easily understand the logic. However, when letters and other algebraic notations were used, she got confused. She explained that: It is better for me to try to understand the topic by using numbers. When I try to analyze or solve a problem by using letters, I get lost. Therefore, I really hate and cannot do algebra or trigonometry.

⁴ Traducción propia de: The participants agreed that the challenge of learning mathematical content became harder or easier to overcome mostly when the content became abstract or required a visual component. Therefore, some more challenging concepts were geometry, calculus (especially integral), and algebra (especially the polynomials).

- 3) forma de acción en el plano material o materializado;
- 4) formación de acciones en el lenguaje externo y
- 5) acción en el plano mental.

A partir de los resultados que obtuvieron en una evaluación diagnóstica de los conocimientos que los estudiantes tenían sobre el área y el volumen, fue posible verificar que los estudiantes tenían una comprensión vaga del concepto de área. El estudiante con DV definió el concepto de área, respuesta que probablemente asoció con otro contenido cubierto por el profesor de matemáticas de la clase quien sólo utilizó la oralidad para enseñarlo. Usar sólo este método afecta la asimilación y comprensión del contenido para estudiantes con discapacidad visual, dado que es insuficiente para la apropiación del concepto. En la evaluación inicial se observó que no era sólo el estudiante con DV quien tuvo dificultades en la apropiación de conceptos matemáticos.

El concepto de área fue abordado con el juego *Prenda o Rei* (Ver Figura 2). El área de la pizarra permitió a los estudiantes la elaboración de los conceptos relacionados con productos notables, a saber, el cuadrado de la suma, el cuadrado de la diferencia y el producto de una suma y una diferencia. Estas piezas fueron utilizadas como un medio para la abstracción del concepto de área, ya que sus dimensiones pueden tener cualquier valor, permitiendo la generalización del concepto.



Figura 2. Tablero de ajedrez adaptado (Mamcasz, Rutz, Midori y Sebastiao, 2016, p. 32)

Se observó que el estudiante con DV participó activamente en todas las actividades que fueron propuestas en la etapa materializada, es decir, al determinar el tamaño del tablero de ajedrez y el cálculo del perímetro, área y volumen del material que se utilizó. Sin embargo, cuando se les pidió a los estudiantes individualmente que desarrollaran el producto notable algebraicamente, el estudiante con DV no pudo hacerlo. Esta dificultad pudo haber sido el resultado de una educación basada en la oralidad, donde las operaciones con monomios y polinomios sólo fueron ejemplificadas oralmente por el profesor de la clase en actividades de enseñanza, anteriores a la aplicación de esa investigación. Así como la falta de oportunidades para poder registrarse estas operaciones de alguna manera, ya sea a través de escritura extendida o código Braille.

Otra dificultad presentada por el estudiante con DV se refiere a los cálculos, presentó habilidades para cálculos mentales con enteros de hasta tres dígitos. Sin embargo, en algunas de las actividades propuestas en la intervención no podía realizar operaciones mentalmente incluso haciendo uso del algoritmo escrito. Tal dificultad está asociada con su limitación visual; sin embargo, se encontró que otros estudiantes también presentaron dificultades en las operaciones, especialmente con números decimales. En la etapa algebraica, los otros estudiantes también presentaron dificultades relacionadas con ese contenido, como errores de signos en multiplicación y errores dentro de la multiplicación misma.

Al establecer una comparación entre la evaluación inicial y la evaluación final, se encontró que, se observaron cambios conceptuales sobre los conceptos de área y volumen en los estudiantes, a partir de discusiones entre ellos y el maestro y mediante el uso de instrumentos, como juegos y otros materiales.

Además, señalan la importancia de la educación inclusiva de personas con discapacidad en aulas regulares y ponen énfasis en que la discapacidad visual del estudiante no impide el desarrollo de sus conocimientos con sus demás compañeros. Además, que “Una enseñanza inclusiva de las matemáticas depende de la ejecución del profesor como mediador entre los estudiantes y el conocimiento, proporcionando oportunidades para una participación activa de los estudiantes en la apropiación del conocimiento”⁵ (Mamcasz *et al.*, 2016, p. 882). A esto añadimos la importancia de la preparación de los profesores para brindar atención a la diversidad.

Por su parte, Martínez y Martín (2017) realizan una actualización de las cajas aritméticas que se utilizan para facilitar el aprendizaje del cálculo y otras operaciones matemáticas de las personas ciegas o con discapacidad visual, “pero cuya fabricación se estaba haciendo cada vez más **compleja** y **costosa**” (p. 68). Principalmente el costo se vuelve una limitante al acceso de este tipo de materiales que sirven de apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas de las personas con discapacidad visual.

Finalmente, queda señalar que son múltiples las complicaciones con las que se encuentran el ciego y el estudiante con baja visión en su vida diaria, pero muchas de ellas se acentúan al ser incluidos dentro de aulas regulares. Por ejemplo, hay problemas encontrados en su educación no sólo propias del álgebra, sino de las matemáticas en general “dificultades *per se* de las Matemáticas, por otro lado, a **estrategias diseñadas sólo para estudiantes sin discapacidad**... exposiciones de contenidos frente a grupo, por lo que los estudiantes ciegos se limitan a escuchar las exposiciones” (Fuentes, 2017, p. 141). Las PDV se encuentran en un mundo hecho por y para normovisuales, donde es notoria la exclusión que van sufriendo dentro y fuera del aula.

⁵ Traducción propia de: An inclusive teaching of mathematics depends on the performance of the teacher as a mediator between students and knowledge, providing opportunities for an active participation of the students in the process of appropriation of knowledge.

1.3 Reflexión

A manera de reflexión, con respecto a la evolución que ha tenido la educación inclusiva es importante hacer distinción de qué es inclusión educativa, debido a que esta última mencionada es referente exclusivamente a la inclusión física de personas con discapacidad a la escuela regular, y la educación inclusiva implica que de un modo efectivo se asuman las diferencias y se atiendan para que cada persona desde individual y lo colectivo pueda efectivamente formar parte de la comunidad educativa, esta idea aplica a todas las personas, sin importar su etnia, religión, idioma, raza, sexo, condición física o de salud (UNESCO, 2005).

Con base en los antecedentes analizados en esta investigación, podemos señalar que son notorias las múltiples deficiencias de la educación inclusiva actual. Principalmente, que ésta ha sido lenta, en México a pesar de que su reconocimiento oficial y legal fue en el 2008, en pleno 2019 las aulas regulares muestran inconsistencias con estas leyes, han pasado ya 11 años y aún no se ven los inicios de la práctica de la educación inclusiva. Además, en ocasiones estas personas han sido excluidas y segregadas por la misma sociedad, negándoles sus derechos fundamentales (Lauzurika, Dávila y Naya, 2009; Morga, 2017).

También es claro que las políticas diseñadas por los últimos seis gobiernos nacionales en México no han conseguido garantizar el acceso de todos los estudiantes a la educación gratuita, obligatoria y de calidad que menciona el artículo 3°. Ya sea por falta de planeación, por incompetencia o por corrupción, las políticas públicas al respecto han fracasado rotundamente (Morga, 2017). Esta situación no ha permitido que la educación inclusiva se vuelva una realidad.

En México es necesario el presupuesto, de esta manera, se logrará aumentar los recursos humanos y materiales, y con esto lograr sistemas educativos equitativos y promover los servicios de apoyo por especialistas en temas que conlleve la educación, así, asesorar y capacitar a los administrativos y profesores frente a aulas regulares con estudiantes incluidos (Núñez, Comboni y Garnique, 2010). Puesto que, los profesores externan que cuesta trabajo lograr la inclusión de los estudiantes debido a que los grupos numerosos y al desconocimiento de cómo trabajar con ellos, de las características de cada discapacidad (en el caso de la inclusión educativa), reconocer las habilidades y/o sentidos compensatorios que pueden ser fructíferos de saber cómo aprovecharlos en clase, y de esta manera reducir los prejuicios acerca de los estudiantes con discapacidad y dejar de lado el rezago de los modelos educativos propuestos (Cardona, Arámbula y Vallarta, 2016; González, 2009; Morga 2017).

De atenderse las dificultades señaladas, los profesores serán capaces de promover los derechos de las personas con discapacidad al aprendizaje y lo que conlleva, por ejemplo, determinar los ajustes razonables adecuados para la clase, que se adapten a los

niños con discapacidad y no a la inversa, obtener su participación en la clase creando oportunidades de aprendizaje y de ser posible complementar el conocimiento con recursos didácticos o tecnológicos, con el fin de adaptar métodos, materiales, objetivos y evaluaciones para los estudiantes con discapacidad. Aunque esta tarea se puede ver difícil debido a que el material didáctico y tecnológico para personas con discapacidad (al menos con discapacidad visual) tiende a ser poco, por ende, de difícil acceso y costoso para poder adquirirlo (Desoete y Praet, 2013; Mántica, Götte y Maso, 2014; Fernández, 2008; Villey, 1996).

Consideramos fundamental realizar seguimientos longitudinales de los estudiantes con discapacidad, no sólo en Educación Básica como se ha venido realizando hasta ahora; éstos se deben extender hasta Educación Media Superior y Superior, con el fin de que la institución que recibe al estudiante, por medio de su seguimiento sea capaz de brindarle la atención adecuada y de calidad.

Además, la creación de más material didáctico dirigido a PDV, pero no de uso exclusivo para ellos, puede fomentar el aprendizaje colaborativo en el aula de clases, donde los compañeros y profesor pueden realizar correcciones a sus compañeros sin dominar el sistema de lectura y escritura Braille. E incluso, también puedan trabajar con ambos materiales didácticos, de forma conjunta, simultánea, logrando una inclusión educativa, donde todos tienen oportunidades equitativas para participar en las actividades y discusiones de las clases de forma autónoma, colaborativa y sin ser necesaria la continua supervisión por parte del profesor a cargo.

Por otro lado, es de notar que los estudiantes con DV presentan los mismos obstáculos, dificultades y errores que han sido reportados por investigaciones realizadas con estudiantes de secundaria y preparatoria sin discapacidad (Mamcasz, Rutz, Midori y Sebastiao, 2016). A estas complicaciones que son parte del álgebra escolar, se van añadiendo dificultades propias de su discapacidad: acceso a los materiales por costo o disponibilidad; asimismo, aparecen dificultades de la conjunción de ambas situaciones (álgebra y DV), referentes a que el trabajo algebraico simbólico produce expresiones en Braille mucho más extensas que en la simbología usual. Un problema recurrente es la ruptura entre un tipo de pensamiento aritmético y el algebraico en personas con DV, cálculos mentales aritméticos que no son funcionales para las operaciones algebraicas a medida que avanza en la escolaridad las matemáticas tienden a ser más simbólicas, (Mántica, Götte y Maso, 2014; Ochoviet y López, 2014; Fernández, 2008; Jiménez, Barreto y Funeme, 2013; Gözde, 2014), constituyéndose poco a poco en un lenguaje que los estudiantes deben dominar. Esto configura una problemática compleja tanto para el que enseña como para el que aprende.

1.4 Planteamiento

1.4.1 Problemática

Según el INEGI (2016), en el país residían para el 2014 aproximadamente 7.1 millones de personas que presentan alguna discapacidad, de los cuales un 58.4 % señala tener dificultad severa o grave para ver, de ese porcentaje el 44.6 % son jóvenes de entre 15 a 29 años.

Los estudiantes con DV están siendo integrados a aulas regulares. A pesar de que su inserción sigue siendo limitada, muchas escuelas presentan deficiencias para incluir plenamente a todos los estudiantes ya que no “cuentan con los medios” para ofrecerles la educación que requieren (ANUIES, 2006). Además, los profesores generalmente no cuentan con capacitación sobre métodos, estrategias o materiales para brindarles atención especializada. Todo esto provoca que la educación del ciego y el débil visual se vea realizada limitadamente.

Cabe destacar que existe poco material didáctico dirigido para la enseñanza-aprendizaje de las personas con discapacidad visual de nivel medio superior para matemáticas. El poco que hay tiende a ser costoso, por lo que es casi imposible que las instituciones con pocos recursos puedan costearlos, además de que, en su mayoría es material en inglés.

Además, las PDV al momento que se les proporciona conocimiento en relación con el contenido algebraico presentan también un problema entre lenguajes, debido a que el lenguaje matemático es altamente simbólico, lo que provoca que el conocimiento presente una ausencia de sentido debido a la forma en que se le presenta. Puesto que el Álgebra de nivel Bachillerato empieza a tornarse más abstracto y por ende se presentan más dificultades, errores y obstáculos por parte de los estudiantes con DV; es de nuestro interés específicamente el tema de polinomios, debido a la combinación de números y letras aunado al Sistema Braille, dificultades conjuntas propias del álgebra y por la DV. Por estos motivos en esta investigación nos centramos en operaciones con polinomios, a nivel bachillerato.

1.4.2 Problema

Se requiere material didáctico adecuado para la enseñanza-aprendizaje de operaciones con polinomios a personas con discapacidad visual, puesto que la combinación de números y letras, aunado al Sistema Braille, favorece que presenten dificultades, obstáculos y errores.

1.4.3 Objetivo general

Proponer material didáctico concreto dirigido a estudiantes de bachillerato con discapacidad visual, que atienda las dificultades que se presentan respecto a la enseñanza y el aprendizaje de operaciones con polinomios.

1.4.4 Objetivos particulares:

- Diseñar una secuencia de actividades de enseñanza de polinomios algebraicos, con materiales didácticos, para la población con DV.
- Implementar y evaluar la secuencia de actividades, poniendo en juego el material didáctico.
- Proponer un rediseño de un material didáctico con miras a su mejora.

1.4.5 Pregunta

¿Qué características se deben contemplar para la creación, adaptación o rediseño de un material didáctico de manera que se promueva que el estudiante con discapacidad visual obtenga un tipo de aprendizaje en donde asocie la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en el proceso específicamente en álgebra?

1.4.6 Justificación

A raíz del análisis de legislaciones que promueven la inclusión en instituciones educativas del país, este trabajo brindará un panorama de qué es la inclusión educativa cuando se tiene a un estudiante con discapacidad visual en el aula matemática.

De la experiencia de esta investigación, otros pueden desarrollarse para contribuir a la educación, para que los estudiantes con discapacidad visual tengan las mismas oportunidades que los demás en el aula, favoreciendo que su inclusión sea efectiva en el entorno educativo.

Así también, se estará apoyando a los docentes, proporcionándoles conocimientos específicos necesarios para la enseñanza de Matemáticas. Es decir, esta investigación permitirá dotar al profesor de posibles actividades, métodos e información, de la discapacidad visual en general y posteriormente de manera específica en el aula matemática.

Los materiales didácticos adaptados permitirán abordar conceptos de área y se desarrollen productos notables, específicamente el cuadrado de las sumas. Del mismo modo, otros materiales adecuados pueden ser desarrollados para enseñar otros tipos de contenido a estudiantes con discapacidad visual.

Finalmente, consideramos que se contribuirá a incrementar el interés por el tema de inclusión educativa de personas con discapacidad visual y su conocimiento matemático, esto con el fin de contar con los medios y la información para perfeccionar gradualmente la educación que se ofrece, contribuyendo a una verdadera inclusión.

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se presenta el marco de referencia de la investigación. Inicialmente se describe la discapacidad visual, las diferentes terminologías, causas y consecuencias de la discapacidad; dentro de este subtema se desarrolla un apartado que describe qué es el sistema Braille y su surgimiento como sistema de lectoescritura para personas con discapacidad visual. En el siguiente subtema se presenta qué es un material didáctico en matemáticas, en donde se retoman diferentes definiciones del tema por diferentes autores, con base en ello se propone una definición de material didáctico en matemáticas. Por último, se describen los niveles de demanda cognitiva en matemática propuestos por Stein (1996), que permitirán la posterior interpretación de los datos obtenidos en esta investigación.

2.1 Discapacidad visual

Uno de los problemas más comunes al empezar a trabajar con personas con discapacidad radica en el desconocimiento de la forma políticamente correcta de hacer referencia a ellos. Es por ello que consideramos importante iniciar nuestro marco referencial presentando algunas caracterizaciones y consideraciones en torno a la terminología recomendada actualmente, con la intención de establecer los términos que emplearemos en este trabajo, pero también como un aporte enfocado hacia las personas que tienen interés en iniciar en este ámbito.

En este apartado retomaremos definiciones por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de la diferencia entre discapacidad y deficiencia, posteriormente por parte de la Organización Nacional de Ciegos Españoles y la OMS se rescata sus definiciones de discapacidad visual.

Discapacidad es, según la citada clasificación de la OMS (2019), “toda restricción o ausencia debida a una deficiencia, de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen considerado normal para el ser humano”. Puede ser temporal o permanente, reversible o irreversible. Es una limitación funcional, consecuencia de una deficiencia, que se manifiesta en la vida cotidiana. Según este organismo, la persona “no es” discapacitada, sino que “está” discapacitada. Sin embargo, es importante destacar, que el término adecuado en la actualidad es que la persona tiene una discapacidad.

Deficiencia es, según la OMS, toda pérdida o anormalidad, permanente o temporal, de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica. Incluye la existencia o

aparición de una anomalía, defecto o pérdida de una extremidad, órgano o estructura corporal, o un defecto en un sistema funcional o mecanismo del cuerpo.

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.

Según la Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE- (2019), las personas ciegas o con ceguera son aquellas que no ven nada en absoluto o solamente tienen una ligera percepción de luz.

En el siguiente apartado se busca mostrar un panorama más amplio y general de la discapacidad visual, en términos médicos. Los términos asociados a la discapacidad visual han ido evolucionando, por lo que se presentan la siguiente terminología indicada por el Consejo Internacional de Oftalmología (2002):

- *Ceguera*: pérdida total de visión. Funcionalmente, se utilizan habilidades para sustituirla.
- *Baja visión*: grado menor de pérdida. Se optimiza el funcionamiento visual utilizando productos de apoyo.
- *Deficiencia visual*: pérdida de funciones visuales (agudeza, campo visual, etc.) que pueden medirse cuantitativamente.
- *Pérdida de visión*: término general que incluye tanto la pérdida total (ceguera) como la parcial (baja visión), consecuencia de una deficiencia visual o una disminución funcional.
- *Discapacidad visual*: en la Clasificación Internacional de las Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) 80, se utilizó para describir una pérdida de capacidades visuales.

En esta investigación se usará el término *discapacidad visual* ya que cubre los rangos de debilidad visual y ceguera total, considerando no sólo las afectaciones de las estructuras oculares, sino también las limitaciones que esto puede representar.

Existen clasificaciones realizadas por la OMS con base en los parámetros de la funcionalidad de la vista:

Agudeza visual: es el poder de resolución visual para distinguir detalles y formas de objetos, a corta y larga distancia. Se mide por el objeto más pequeño que el ojo puede distinguir, e influyen: el tamaño real del objeto, la distancia desde éste al ojo, su iluminación y contraste del fondo. La agudeza visual evalúa el funcionamiento de la zona central de la retina.

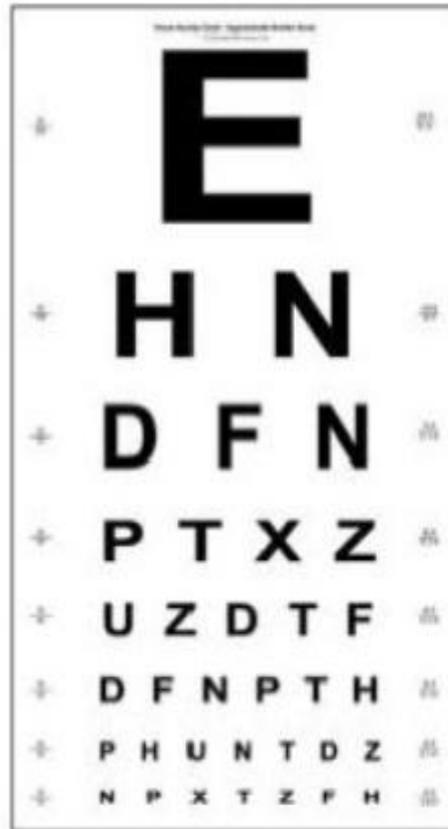


Figura 3. Optotipo no estandarizado (García, 2016, p. 270)

Los valores de agudeza visual se obtienen de las pruebas realizadas con optotipos (láminas con filas de letras, números o símbolos de tamaño decreciente). Los modelos de cada fila están calculados para responder a una determinada agudeza visual, y la fila más pequeña que se pueda leer dará la medida. En términos clínicos, se utiliza la medida de la agudeza, como la razón que existe entre la distancia a la que un observador con visión normal puede discriminar las letras o cifras de ese tamaño. Normalmente es representada como 6/6 numerador significa la distancia a la que puede discriminar un detalle, y el denominador a la que lo discrimina un observador con visión normal.

Campo visual: es el conjunto de lo que el ojo puede abarcar con un solo golpe de vista, se denomina campo visual. Éste presenta dos zonas diferenciadas; la central y la periférica, la primera corresponde a los 30° desde la fijación y proporciona información de las formas, los detalles y los objetos, así como la posición. La parte periférica abarca el resto del campo y se utiliza preferentemente para analizar las relaciones espaciales y favorecer los desplazamientos.

El campo visual monocular normal es un óvalo ligeramente irregular que mide, desde la fijación, aproximadamente 60° hacia arriba y 60° hacia la parte interna, entre 70° y 75° hacia abajo, y de 100° a 110° hacia la parte externa.

Sensibilidad al contraste: es la capacidad para percibir objetos, que aun pudiendo ser vistos por su tamaño, tienen poca diferencia de luminancia. No siempre está asociada a una disminución de agudeza visual.

Rango de pérdida visual	No. (%)
No clasificable	74 (14.9)
Ceguera (no percepción de luz)	30 (6)
Casi ceguera (< 20/1000)	71 (14.3)
Pérdida profunda (20/500 a 20/1000)	27 (5.4)
Pérdida severa (20/200 a 20/400)	114 (23)
Pérdida moderada (20/80 a 20/160)	141 (28.4)
Agudeza cercana a lo normal (20/32 a 20/63)	37 (7.5)
Agudeza normal (20/12.5 a 20/25)	2 (0.4)

Figura 4. Rango de pérdida visual (Zummermann, 2012, p. 152)

Por otro lado, la OMS (2019) señala que la discapacidad visual puede **limitar a las personas** en la realización de tareas cotidianas y afectar su calidad de vida, así como sus posibilidades de interacción con el mundo circundante. En cuanto a datos estadísticos y cifras, indican que hasta el 2010, **285 millones** de personas en el mundo tenían discapacidad visual, de las cuales 39 millones eran ciegas, el **90 % de las personas con discapacidad visual vive en países de ingresos bajos**, debido a que el acceso de servicios de prevención, educación y tratamiento, así como de rehabilitación, aún no es universal.

2.2 Sistema Braille

Sakula (1998) relata que hacia el final del siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX, existieron cuatro notables hombres que abordaron el problema de la educación del ciego: Valentín Haüy, Charles Barbier, Louis Braille y William Moon. Propusieron técnicas pioneras para ayudar a los ciegos a leer.

A mediados del siglo XVIII en Francia, prácticamente la educación de los ciegos no existía. Haüy, una persona humanitaria, tuvo interés por los ciegos y su educación. Después de conocer a un grupo de músicos ciegos que eran ridiculizados en el centro de París, optó por arrojarles una moneda, observó que uno de ellos la tomó y sintió su superficie y bordes para saber su valor. Luego de varios intentos y técnicas que fue perfeccionado para lograr que las personas ciegas pudieran leer, finalmente perfeccionó una técnica de impresión en relieve, aplicando esto a números, diagramas geométricos, mapas, fotos e incluso notación musical.

En 1784 abrió, como director, la primera escuela para ciegos en el mundo, *L'Institut Royale de Jeunes Aveugles* que llegó a tener un total de 120 estudiantes, pero finalmente terminó cerrando por cuestiones burocráticas.

En 1821, Charles Barbier, oficial del ejército, propuso un nuevo sistema que él mismo había puesto en marcha, en principio para uso militar: doce puntos en relieve sobre una superficie plana, que podían ser combinados, representando diferentes sonidos. Este sistema llamado *Sonography*, permitía al ejército comunicarse por las noches sin emitir ningún sonido.

William Moon fue un niño que nació con vista normal, pero a los cuatro años sufrió un ataque de escarlatina complicado por infección de los ojos, lo que provocó la ceguera en un ojo y daño grave a la vista del otro. A pesar de las adversidades logró continuar su educación, pero a los 20 años se vuelve ciego total tras una operación. Posteriormente se dedicó a la educación de chicos ciegos, utilizando el método de Haiüy pero notó que era difícil de dominar, por lo que se propuso mejorar el sistema. Finalmente inventó un arreglo de caracteres que se parecía al alfabeto romano.

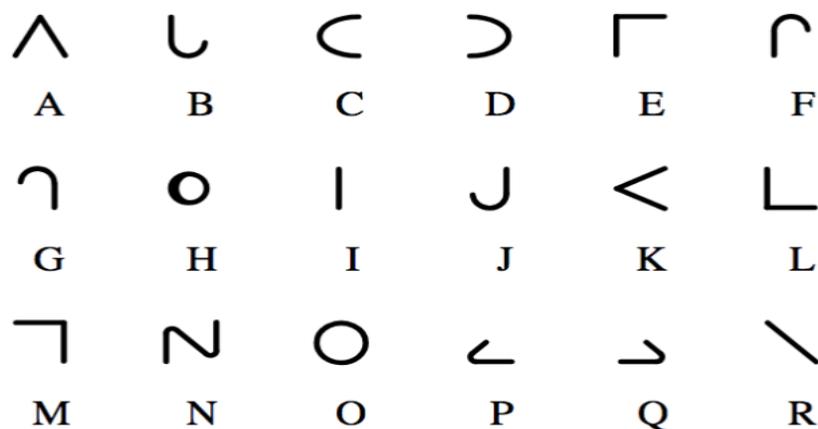


Figura 5. Sistema de Moon (*Rotary e-club de Puerto Rico y las Américas, s.f.*)

Posteriormente, el joven Louis Braille, que conocía el sistema trabajado por Barbier, trabajó para simplificar y mejorar el *Sonography* reduciendo el número de puntos de doce a seis. El trabajo de los años dio lugar a un sistema de lectura y escritura viable y relativamente sencillo, con una serie de variantes para materias específicas como música y las matemáticas.

El sistema Braille funciona con la combinación de seis puntos en relieve dispuestos sobre una matriz de tres filas y dos columnas, dando lugar a un total de 64 resultados diferentes. A estas 64 combinaciones, se le suman una serie de signos adicionales que se anteponen al símbolo central dando lugar a mayúsculas, números, etc.



Figura 6. Sistema de Lecto-escritura Braille Español (DISCAPNET, s.f.)

Este sistema puede ser reproducido con un punzón y una regleta escribiendo de derecha a izquierda, de forma manual, así como a través de dispositivos específicos de escritura Braille o mediante el uso de un ordenador o impreso adaptado. Después, la lectura se realiza de izquierda a derecha.

Es importante mencionar algunas características del sistema Braille y sus instrumentos; por ejemplo, la regleta convencional suele estar hecha de plástico o metal, de diferentes tamaños ya sea de cuatro renglones, media cuartilla o tamaño carta. La regleta de cuatro renglones suele ser la más común, ésta consta de dos planchas la superior tiene las celdas Braille alineadas en filas y columnas, los cuales son llamados cajetines (cada una de las celdas), la plancha inferior contiene los puntitos que marcarán el carácter Braille, es decir para cada cajetín corresponde un cuadratín de seis puntos cada uno, o bien, el signo generador del Braille (como se muestra en la Figura 6), el signo generador se encuentra numerado según su posición del uno al seis, combinando estos seis puntos se obtienen distintos caracteres en Braille. Entre ambas planchas se coloca el papel, que debe ser de un grosor considerable, donde quedarán señalados los caracteres en Braille.

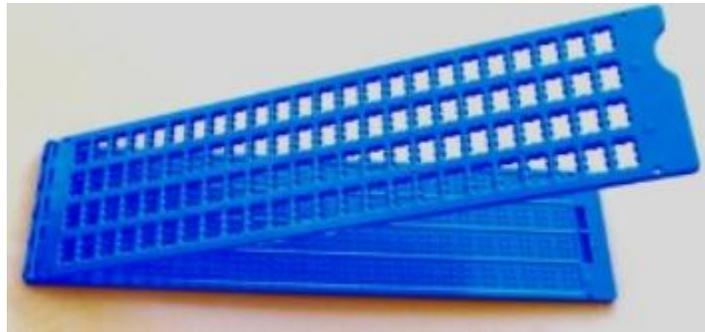


Figura 7. Regleta para Braille (ONCE, 2019)

Las características físicas del sistema Braille según la ONCE (2006) indican que deben tener unas medidas determinadas para su correcta lectura. Las dimensiones de la celda Braille deben tener una altura entre 6.2 mm y 6.6 mm, de ancho entre 3.7 mm y 4.0 mm, la distancia horizontal y vertical entre los centros de puntos contiguos de la misma celda debe ser de 2.5 a 2.6 mm, la distancia entre los centros de puntos en idéntica posición en celdas y líneas contiguas de 6.0 a 6.1 mm, el diámetro de la base los puntos entre 1.2 y 1.5 mm, por último, la altura del relieve de los puntos de 0.5 mm a 0.65 mm. Por lo que un carácter Braille tiene el tamaño aproximado de la yema del dedo.

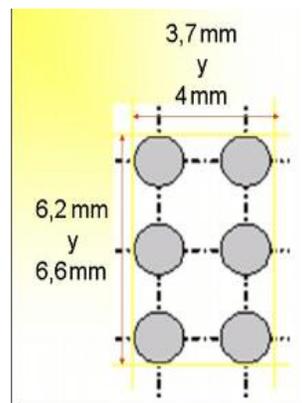


Figura 8. Características de rotulación del sistema Braille (ONCE, 2006, p. 13)

2.2.1 Aritmética en Braille

Como se describió anteriormente, el sistema Braille es escaso de signos: con los 6 puntos de una celdilla sólo resultan $2^6=64$ caracteres distintos (incluyendo el espacio en blanco). Para cubrir las necesidades de otros símbolos se acudió a los “*signos compuestos*”, es decir, al empleo de prefijos o caracteres que, antepuestos a otros, les conferían un significado diferente del que tendrían aislados. Éste fue el caso del “*prefijo de número*” (puntos 3456) que, antecediendo a una letra cualquiera le convertiría en número. Es decir, con las 10 primeras letras del abecedario (a-j), precedidas del prefijo de número (⠠), se tornan cifras arábigas.

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

Figura 9. Dígitos en Braille (Fernández, 2004, p. 21).

Basta con la presencia inicial del prefijo de número para que mantenga el valor de conversión numérica mientras no se advierta su desactivación. Con respecto a las operaciones aritméticas se entienden suma, resta, multiplicación y división.

Operación	Notación Tinta	Braille	
		Notación	Códigos
Suma	+		235
Resta	-		36
Alternativa de suma algebraica	±		235,25,36
Multiplicación	×		236
	·		236
			3
División	÷		256
	:		256
	/		6,2
igualdad	=		2356

Figura 10. Signos de operaciones aritméticas en Braille (Fernández, 2004, p. 28)

2.2.1.1 Cubarín/Caja aritmética

Existe un material didáctico conocido como cubarín o caja aritmética para ciegos, que sirve para poder realizar operaciones aritméticas en Braille. Ésta es una caja imantada de plástico rugoso que imita la madera, dividida en 19 compartimentos para alojar los tipos numéricos, que permite el aprendizaje del cálculo y operaciones matemáticas.

Mediante la combinación de los distintos tipos se pueden realizar toda clase de operaciones aritméticas, con extraordinaria facilidad de manejo, considerando el valor posicional por medio de las rendijas.

Consta de dos zonas de trabajo:

- En una hay una rejilla con 14x21 espacios (294 celdillas) sobre la que se efectúan las operaciones matemáticas.
- La otra está dividida en 19 compartimentos en las que, de forma ordenada, se almacenan los 154 tipos numéricos (10 unidades por cada número y 6 unidades por cada signo), fabricados en plástico rígido de color verde de 17x5 mm, con los números y signos matemáticos marcados en Braille en su base. Esta parte queda protegida por una tapa para evitar que se caigan los tipos numéricos.

Dimensiones de la caja: 21 x 12.5 x 2 cm

Peso de la caja: 400 g.

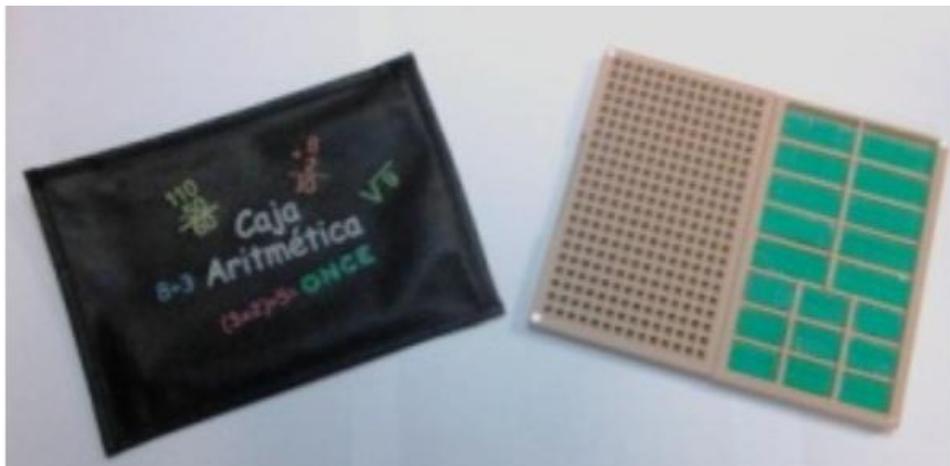


Figura 11. Cubarín/Caja aritmética para ciegos (ONCE, s.f.)

La idea que subyace en este material sirvió como base para el diseño del material que se utilizó en esta investigación.

2.2.2 Álgebra en Braille

En el apartado 1.2.3 se ha expuesto sobre las dificultades de la enseñanza del álgebra abordadas desde la disciplina de la Matemática Educativa, sin embargo, en esta

literatura no encontramos referencias que se enfocaran hacia las matemáticas y el Braille. A continuación, se presentan algunas ideas generales sobre el uso del Braille y álgebra.

La escritura Braille tiene carácter lineal en la ordenación de sus signos, mientras que muchas de las expresiones matemáticas y, especialmente, las algebraicas incluyen aspectos bidimensionales claros: fracciones, exponentes, índices de raíces, subíndices, índices de sumatorios, productorios, límites, integrales, entre otros.

A continuación, se presentan algunas sugerencias para trabajar el álgebra, específicamente las expresiones algebraicas en Braille. Se rescatan de Fernández (2004) ciertas características y símbolos que forman parte de la propuesta del material de esta investigación.

Inicialmente, desde los primeros momentos se entiende que se va a suprimir el signo de multiplicar en expresiones donde intervienen letras, además para hacer distinción entre letras y expresiones numéricas se colocará el punto cinco al emplear el sistema Braille para separar los números de las letras, el punto cinco indica el prefijo de latina minúscula.

Al transcribir en Braille una expresión, se puede tropezar con el doble valor que podría tomar la **a** en Braille: como letra y como parte de una expresión numérica. Para evitarlo se recurre al prefijo de letra minúscula (, punto 5) pero sólo cuando es preciso.

Tinta	Braille		Valor repres.
	Correcto	Incorrecto	
3a			31
3x			3x

Figura 12. Expresiones algebraicas simples en Braille (Fernández, 2004, p. 65).

En cuanto a los exponentes o representación como superíndice implica en tinta dos aspectos: menor tamaño y posición superior derecha respecto de la *letra-base*, *número-base* o *paréntesis* afectado. Pero tan sólo el segundo es relevante. Éste será propiamente el objeto de la transcripción Braille, así el llamado *signo de exponente* (, puntos 16) indica “el valor que sigue es superíndice (en particular: exponente)”.

Tinta	Braille	
	Representación	Códigos
5^2		...,16,...
$1,25^n$...,16,...
x^2		...,16,...
x^n		...,16,...
$(3+a)^2$...,16,...

Figura 13. Exponentes y superíndices en Braille (Fernández, 2004, p. 66).

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de una expresión algebraica que es trabajada en el tema de polinomios mostrada a tinta y en Braille.

Tinta	Braille
$5x^3 - 4x^2 + 2x - 1$	

Figura 14. Ejemplo de expresión algebraica (Fernández, 2004, p. 70).

En cuanto a los paréntesis en versión Braille para cualquiera de los unificadores, salvo que tengan un significado específico, los paréntesis, corchetes y llaves se transcriben como paréntesis ordinarios (abrir: , puntos 126; cerrar: , puntos 345). Por valor específico se entienden las llaves de conjunto, los corchetes o paréntesis cuadrados para intervalos, etc.

En la Figura 15 se describe la complejidad que conlleva el Sistema Braille. Es importante resaltar inicialmente que hay escasez de signos elementales, son 64 signos generados; a partir de éstos se realizan combinaciones de dos o más signos para dar lugar a más, esto implica que haya similitud de formas que puede prestarse a confusión y sea necesario mayor atención y/o mayor tiempo para comprender. El hecho de que el sistema sea trabajado de forma lineal representa transformaciones estructurales que involucran una mayor complejidad perceptiva a través del tacto así como un esfuerzo interpretativo.

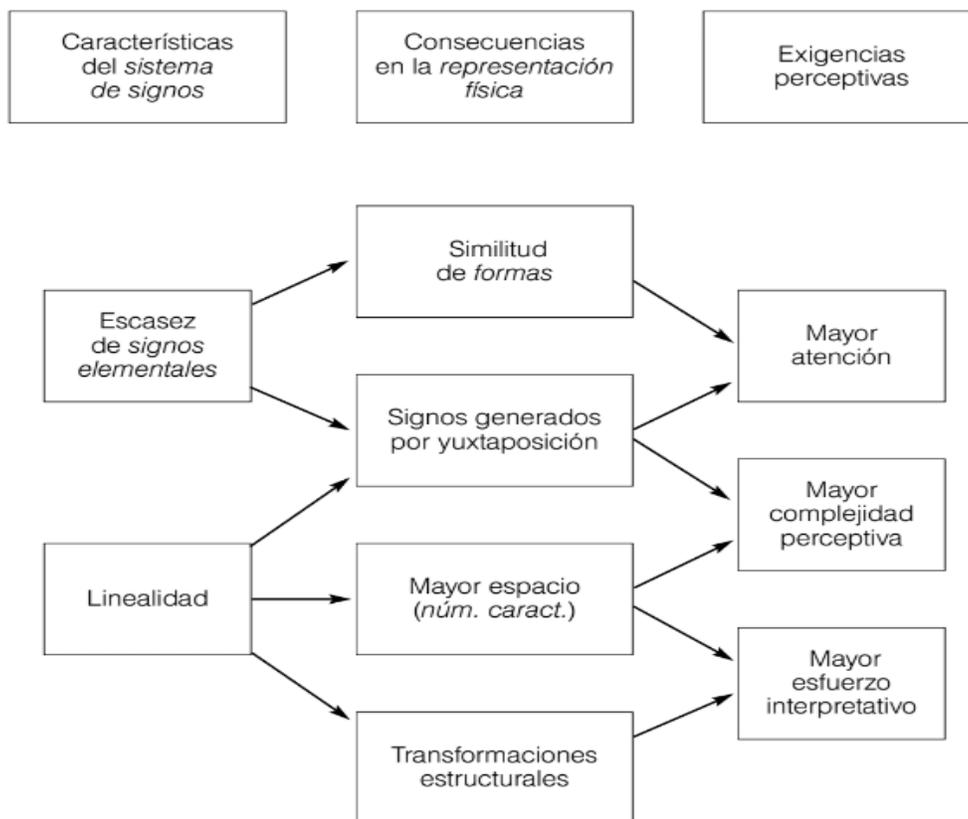


Figura 15. Características y exigencias de la Notación Matemática Braille (Fernández, 2004, p. 80).

2.3 ¿Qué es un material didáctico en matemáticas?

Enseguida se muestran diversas definiciones abordadas por diferentes autores acerca de qué es material didáctico como análisis *a priori* del tema a tratar. Con base en estas definiciones, se propone una definición propia pero dirigida a qué es un material didáctico en matemáticas.

Material didáctico (MD) es todo el conjunto de elementos, útiles o estrategias que el profesor utiliza, o puede utilizar como soporte, complemento o ayuda en su tarea docente (Díaz, 1996).

Los recursos didácticos son aquellas estrategias que el profesor utiliza como facilitadoras de la tarea docente, referidas tanto a los aspectos organizativos de las sesiones como a la manera de transmitir los conocimientos o contenidos (Díaz, 1996).

Material didáctico es todo aquello que nos ayuda a comunicar nuestras ideas para que éstas sean más claras e interesantes para que cualquier actividad educativa que realicemos en la comunidad tenga mayores posibilidades de éxito (Ochoa, 2001).

El material didáctico tiene como objetivo proporcionar las mejores condiciones para estimular el desarrollo evolutivo del niño (Guerrero e Idrovo, 2010).

Material didáctico: son elementos curriculares que, por sus sistemas simbólicos y estrategias de utilización, propician el desarrollo de habilidades cognitivas en los sujetos, en un contexto determinado, facilitando y estimulando la intervención mediada sobre la realidad, la captación y comprensión de la información por el estudiante y la creación de entornos diferenciados que propician aprendizajes (Cabrero, 2011).

Material didáctico: material didáctico es el conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales, que despiertan el interés y captan la atención de los estudiantes, que presenten información adecuada con experiencias simuladas cercanas a la realidad, que vivifican la enseñanza influyendo favorablemente en la motivación, retención y comprensión por parte del estudiante, facilitando la labor docente por ser sencillos, consistentes y adecuados a los contenidos (Bautista, Martínez e Hiracheta, 2014).

Con base en las definiciones anteriores se rescatan algunos puntos que se consideran clave, de suma importancia, y se propone la siguiente definición sobre MD:

Material didáctico es el conjunto de medios de apoyo para promover el aprendizaje significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. El mismo material se puede adecuar según el contexto, las características físicas, así como los conocimientos previos de los estudiantes y sus alcances, propiciando su participación activa e interés.

2.4 Demanda cognitiva en matemáticas

La teoría que se eligió para analizar los aspectos matemáticos de esta investigación es la denominada Demanda cognitiva en matemáticas y fue propuesta por Smith y Stein (1998). Ésta servirá para interpretar las acciones de los estudiantes, y fue seleccionada debido a que presenta diferentes niveles de apropiación del contenido que se le presenta al estudiante; además sirve para evaluar, en este caso las actividades y tareas que se planearon con apoyo del material didáctico.

La demanda cognitiva es definida como los tipos de procesos cognitivos que están implicados en la solución de un problema matemático, tanto en su primera fase de comprensión de la tarea o actividades, así como en su etapa de realización. Es decir, es el tipo y nivel de pensamiento requerido de los estudiantes para poder participar en la tarea y resolver con éxito un problema de matemático. Los niveles uno y dos son de baja demanda, tres y cuatro de alta demanda, se retoma la clasificación de Smith y Stein (1998), centrado en la selección y creación de tareas matemáticas, quienes señalan las siguientes categorías:

1. Memorización → Nivel bajo.
2. Procedimientos sin conexiones a la comprensión y al concepto → Nivel medio bajo.
3. Procedimientos con conexiones a la comprensión o a conceptos → Nivel medio alto.
4. Hacer matemática → Nivel alto.

A continuación, se definen estas categorías que proponen las autoras.

Las tareas de *memorización*:

- Reproducen hechos, reglas, fórmulas y definiciones aprendidas o dadas previamente.
- No pueden ser resueltas utilizando un procedimiento porque no existe o porque en el marco en que se pide no prevé suficiente tiempo para efectuarlo.
- No son ambiguas, implican la reproducción exacta de tareas hechas con anterioridad.
- No tienen conexión con los conceptos o significados que son el fundamento de las reglas, hechos o definiciones aprendidos o reproducidos.

Las tareas de *procedimientos sin conexión*:

- Son algorítmicas, se dice concretamente lo que hay que usar o es muy evidente por las actividades previas.
- Reclaman poca demanda cognitiva para ser resueltas, hay poca ambigüedad sobre lo que hay que hacer y cómo hacerlo.
- No hay conexión con los conceptos o significados que subyacen en el procedimiento utilizado.
- Están enfocadas a producir respuestas correctas en lugar de desarrollar comprensión matemática.
- No piden explicaciones o solo las piden enfocadas a describir el procedimiento usado.

Las tareas de *procedimientos con conexión*:

- Están enfocadas al uso de procedimientos con la intención de desarrollar niveles más profundos de comprensión de conceptos y de ideas matemáticas.
- Sugieren implícita o explícitamente pautas a seguir que son procedimientos más generales que tienen conexiones propias con las ideas subyacentes.

- Requieren cierto grado de esfuerzo cognitivo, aunque pueden utilizar procedimientos generales, éstos no se aplican automáticamente. El alumnado necesita establecer una relación con las ideas que fundamentan el procedimiento para poder resolver la actividad con éxito y desarrollar su comprensión.

Las tareas de *hacer matemáticas*:

- Requieren pensamiento más complejo y no algorítmico, no sugieren ninguna aproximación predecible ensayada con anterioridad a la propuesta de la tarea.
- Requieren que el alumnado entienda y explore la naturaleza de los conceptos.
- Exigen auto-regulación del propio proceso cognitivo.
- Fomentan el acceso a conocimiento relevante y a utilizarlo en la tarea.
- Requieren analizar la actividad y las restricciones que pueden limitar las posibles estrategias para su resolución.
- Exigen un considerable esfuerzo cognitivo y pueden implicar ansiedad por parte del alumnado a causa de la naturaleza impredecible que el proceso de resolución requiere.

Para finalizar este capítulo, es importante destacar que en el transcurso de la investigación, de manera directa o indirecta, se verán reflejados estos cuatro aspectos fundamentales a los cuales se hace referencia. En primera instancia, se presentó un panorama general de qué es la discapacidad visual, que es el foco de atención en esta investigación; por consecuencia, se debe conocer y presentar el Sistema Braille que es utilizado por personas con DV, su sistema de lectoescritura; la presentación se extiende a la aritmética y álgebra en Braille; continuando con una descripción de qué se entiende por material didáctico. Esto, aunado a la revisión de antecedentes, permite sentar las bases para crear una situación de enseñanza que involucre un material didáctico que contenga Braille y pueda ser utilizado por PDV, y en donde la evaluación parcial de la efectividad de dicho material se realizará a través de la demanda cognitiva en matemáticas.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describe la metodología utilizada en esta investigación. Se explica y justifica el tipo de estudio que se realizó, el diseño de la investigación, los instrumentos que se aplicaron para recabar datos, además se describen los participantes con los que se trabajó, así como los escenarios en los que se aplicaron el material didáctico y la situación de aprendizaje.

3.1 Tipo de investigación

La investigación es *cualitativa* ya que la tradición cualitativa **valora lo subjetivo**, lo emergente, flexible, sentido, comprensivo y centrado en la vivencia y situaciones experimentadas por las mismas personas que son protagonistas de la realidad escolar, **explora problemas sociales o humanos**, es flexible y emergente lo que ayuda al investigador a construir un desarrollo mediante la participación y reelaboración del diseño, así como los cuatro procesos cognitivos: comprensión, síntesis, teoría y recontextualización (Garrido, 2009).

3.2 Método

El tipo de estudio que se retomó es un *estudio de caso*, el cual se caracteriza por ser un “examen detallado, comprensivo, sistemático y en profundidad de un caso de estudio” (Garrido, 2009, p. 8). Por otro lado, Martínez (2006) indica que “un estudio de caso es una herramienta valiosa de investigación, y su mayor fortaleza radica en que, a través de este, se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado” (p. 167). El objetivo del estudio de caso es del tipo descriptivo donde se intenta relatar lo que sucede en un caso particular, como producto final se obtuvo una amplia descripción del tipo cualitativo, considerando el contexto y las variables que definen la situación, manifiesta Yin (1989, citado en Barrio *et al.*, 2000).

El Estudio de Caso como método de investigación científica (Yin, 1989, citado en Martínez, 2006) considera el método de estudio de caso apropiado para temas que se consideran prácticamente nuevos, pues en su opinión, la investigación empírica tiene los siguientes rasgos distintivos:

- Examina o indaga sobre un fenómeno contemporáneo en su entorno real.
- Las fronteras entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes.

- Se utilizan múltiples fuentes de datos, y
- Puede estudiarse tanto un caso único como múltiples casos.

Posteriormente la calidad y objetividad de una investigación científica se mide mediante los criterios de validez y fiabilidad de sus resultados. Sin embargo, en estudio de caso las pruebas para evaluar la calidad y objetividad de un estudio son las siguientes:

Tabla 1

Calidad y objetividad de un estudio de caso. Prueba y táctica. Yin (1989, citado en Martínez, 2006)

Prueba	Táctica de estudio de caso	Fase de investigación en que se aplica
Validez de la construcción: establece las variables que deben ser estudiadas y las medidas operacionales correctas para los conceptos que se eligieron para ser estudiados.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de múltiples fuentes de evidencia (triangulación). • Establecimiento de la cadena de evidencia. • Revisión del reporte preliminar del estudio de caso por informantes clave. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de datos. • Obtención de datos. • Composición.
Validez interna: establece las relaciones causales bajo ciertas condiciones y sus variaciones ante otras condiciones, para distinguir relaciones espurias.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de patrones de comportamiento. • Construcción de la explicación del fenómeno. • Realización del análisis de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos. • Análisis de datos. • Análisis de datos.
Validez externa: establece el dominio en el cual los resultados del estudio pueden ser generalizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de la replicación en los estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la investigación.
Fiabilidad: demuestra en qué medida las operaciones del estudio, como los procedimientos de obtención de datos pueden ser repetidos con los mismos resultados por parte de los otros investigadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de protocolos de estudio de caso. • Desarrollo de bases de datos de los casos de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de datos. • Obtención de datos.

En cuanto al diseño del estudio de caso, Yin (1989, citado en Martínez, 2006) propone una manera de pensamiento de diseño de la investigación refiriéndose a cinco componentes especialmente importantes:

- Las preguntas de investigación.

- Las proposiciones teóricas.
- La(s) unidad(es) de análisis.
- La vinculación lógica de los datos a las proposiciones.
- Los criterios para la interpretación de los datos.

Por último, se utiliza el procedimiento metodológico de una investigación de estudio de caso que propone Shaw (1999 citado en Martínez, 2006), es la siguiente:

1. Planteamiento del problema, preguntas de investigación y objetivos.
2. Revisión de la literatura y formulación de proposiciones.
3. Principio de triangulación en la obtención de los datos: realización de entrevistas y encuestas, obtención de catálogos y datos financieros, entre otras.
4. **Transcripción de los datos:** transcripción de entrevistas, tabulación de encuestas, cálculo de ratios de datos financieros y revisión de catálogos.
5. **Análisis global:** constante comparación de la literatura con los datos obtenidos para la codificación de estos.
6. **Análisis profundo:** comparación sustantiva de los resultados con los conceptos de la literatura.
7. Conclusiones generales e implicaciones de la investigación.

3.3 Colaboradores y contexto de la investigación

En este trabajo los principales actores fueron estudiantes de nivel preparatoria, ciegos de nacimiento. La aplicación de la situación de enseñanza se llevó a cabo durante el mes de marzo del presente año. Los colaboradores para la validación del material didáctico y la situación de aprendizaje fueron dos estudiantes, con los que se trabajó de manera individual; uno de ellos se encontraba cursando su cuarto tetramestre de la preparatoria en línea y el otro cursaba su primer semestre de preparatoria abierta en el momento de la aplicación. Ambos estudiantes del Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales Ezequiel Hernández Romo (IPACIDEVI), en la capital de San Luis Potosí, instituto que fue escenario de esta actividad. Con base en esta aplicación se retomaron datos para realizar mejoras o modificaciones tanto a la situación de aprendizaje como al material didáctico.

Dado que uno de los objetivos de esta investigación es promover la inclusión educativa, llevarla a cabo y analizar los resultados, trabajando simultáneamente con estudiantes normovisuales y estudiante(s) con DV, se espera aplicar en un futuro el material didáctico y la situación de aprendizaje en un aula regular de preparatoria donde se tenga al menos un estudiante con DV.

3.4 Consideraciones éticas en la investigación

Algunas de las consideraciones iniciales éticas y primordiales que se tuvieron que abordar en esta investigación y en su planificación fueron el acceso a la institución educativa y la obtención del permiso de las autoridades educativas, de padres de familia y de estudiantes. Fue primordial la obtención del permiso oficial para llevar a cabo la investigación en el IPACIDEVI, se estuvo en constante contacto con las personas que apoyaron la organización y la administración de la investigación (Diener y Crandall, 1978, p. 55).

Además, de acuerdo con las condiciones y garantías que ofrece la investigación educativa según Bell (1991, adaptado por Cohen, Manion y Morrison, 2007, p. 57), para los participantes que apoyaron en la realización del trabajo se establece que:

- Todos los participantes deben tener la oportunidad de permanecer en el anonimato.
- Todos los datos deben tener estricta confidencialidad.
- Los entrevistados deben tener la oportunidad de verificar las declaraciones en la fase de redacción del informe (demandando implementación).
- Los participantes deben recibir una copia del informe final.
- El permiso para la publicación debe darse por los participantes.
- Si es posible, el informe de investigación debe ser de beneficio para la escuela y los participantes.

Acorde con esto, se ha procurado la integridad y anonimato de los estudiantes que estuvieron involucrados en la realización de la investigación. En las grabaciones y fotografías sus rostros no son revelados y sus nombres han sido cambiados con el fin de mantener el contrato ético de la investigación.

3.5 Descripción de la propuesta del rediseño y adaptación del material didáctico

En el siguiente apartado se hace una descripción del material didáctico que se rediseñó y se adaptó al contenido de polinomios. Se describe el material, se propone una definición, la finalidad del material, el nivel al que va dirigido, la utilidad, los tipos de materiales que hay semejantes y las actividades de construcción con el que se pueden realizar.

3.5.1 Cubarín algebraico

El cubarín algebraico es un material didáctico diseñado en el transcurso de esta investigación, propuesto para la enseñanza de aspectos algebraicos. Consta de 260 bloques pequeños que indican el símbolo matemático en escritura Braille, así como en carácter común (o en tinta, utilizado por los normovisuales). Asimismo, incluye una base con 12 renglones para insertar los bloques y realizar operaciones. Se diseñó para ser empleado en

nivel bachillerato, pero es posible adaptarlo para ser usado en primaria y secundaria para operaciones aritméticas, así como para la lectura y escritura en braille.

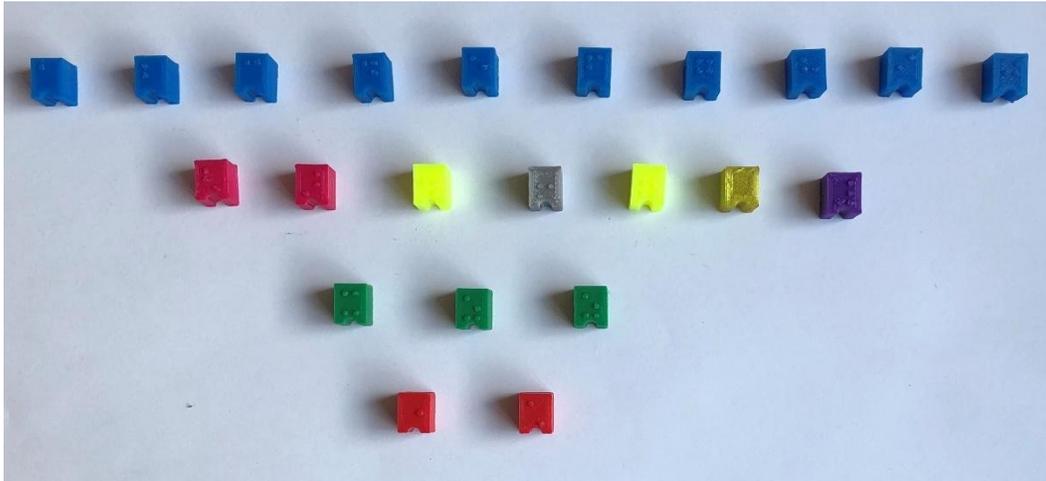


Figura 16. Piezas del cubarín algebraico (Elaboración propia).



Figura 17. Diseño de la base en 3D e impresa (Elaboración propia).

Este material didáctico fue diseñado para apoyar a los estudiantes con discapacidad visual en procedimientos algebraicos que conllevan el uso de operaciones con polinomios. Es un rediseño de un material existente, llamado cubarín aritmético o caja aritmética, cuya fabricación más popular puede ser de madera o plástico. En nuestro material, tanto la base como los bloques fueron fabricados en PLA (ácido poliláctico), que se deriva de materias primas naturales y renovables, como el maíz.

Consta de dos componentes:

270 bloques:

- 10 unidades por cada dígito (del 0 al 9).

- 10 unidades por cada variable (x, y, z).
- 20 unidades para los signos de suma, resta (+, -).
- 20 unidades del signo numérico.
- 20 unidades del signo de exponente.
- 10 para los signos (\cdot , \div , =, paréntesis izquierdo, paréntesis derecho y prefijo de letra minúscula).

Cada bloque tiene una medida de 10 x 7.5 x 10 mm. Los números, símbolos y signos matemáticos se encuentran marcados en Braille, cumplen con los parámetros de medición indicados por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) y tienen una pequeña muesca en la parte inferior para facilitar su manipulación. Para apoyar a la identificación, tanto de los estudiantes con baja visión como de estudiantes normovisuales, son de diferentes colores: azul son los signos numéricos, verdes son las literales, amarillos indican algunos símbolos como división e igual, rosa los paréntesis izquierdo y derecho, gris símbolo de suma, dorado resta, morado símbolo numérico, los rojos son exponente y prefijo numérico (Ver Figura 16 y Tabla 2).

La base, que contiene 12 renglones sobre la que se efectúan las operaciones. Sus dimensiones son de 18 x 18.45 x 0.7 cm (Ver Figura 17) y cada renglón tiene capacidad para 21 cubos.

Tabla 2

Símbolos incluidos en el Cubarín Algebraico.

Notación en tinta	Notación en Braille	Diseño en 3D	Impresión
a	● ○ ○ ○ ○ ○		
b	● ○ ● ○ ○ ○		
c	● ● ○ ○ ○ ○		
d	● ● ○ ● ○ ○		
e	● ○ ○ ● ○ ○		
f	● ● ● ○ ○ ○		
g	● ● ● ● ○ ○		

h			
i			
j			
x			
y			
z			
#			
+			
-			
.			
÷			
=			
(
)			
^ (Exponente)			
Prefijo letra minúscula			

Nota: la notación en tinta presentada de los primeros diez símbolos es la representación formal del símbolo, sin embargo, al incluir el prefijo numeral adquieren el significado numérico de los dígitos del 0-9.

La finalidad para la que fue diseñado este material fue que el estudiante pueda operar de manera táctil las operaciones con polinomios sin necesidad de escribirlas en Braille con punzón y regleta, ni memorizarlas, evitando la saturación perceptiva. Dichos aspectos provocan que el estudiante presente dificultades de comprensión del tema por la extensión, así como de carácter técnico por la escritura del sistema algebraico en Braille.

Es decir, se pretende minimizar la dificultad que conlleva la escritura Braille a regleta y punzón, evitando que el estudiante tenga que rotar constantemente la hoja de su cuaderno para escribir, luego leer la operación, después realizarla y hacer esto de manera horizontal a un solo renglón, que es la forma más utilizada debido a la naturaleza de los instrumentos actuales. Operativamente, esto hará más fácil identificar y corregir errores, y podrán realizar un “borrador” de sus operaciones.

A su vez, se espera que favorezca que el estudiante pueda sumar, restar, multiplicar, dividir y simplificar polinomios siguiendo un procedimiento más accesible, apoyando así la comprensión del estudiante y la comunicación de sus operaciones algebraicas. Esto disminuirá la necesidad de constante supervisión por parte del profesor. Por otra parte, dado que el diseño incluye la impresión en tinta, el profesor podrá realizar correcciones incluso sin necesidad de dominar el sistema de lectura y escritura Braille.

Minimizando las dificultades técnicas u operativas de la clase, se espera coadyuvar al logro de objetivos de aprendizaje del plan de estudios de nivel bachillerato como “identificar y ejecutar las operaciones de suma, resta, multiplicación de polinomios, además aplicar y analizar productos notables para determinar y expresar el resultado de multiplicación de binomios” (SEP, 2018, p. 26). Favoreciendo en este sentido el desarrollo del pensamiento algebraico.

3.5.2 Mosaicos algebraicos (adaptados para polinomios)

Definición: Un material mosaico matemático puede ser cualquiera que represente las cantidades agrupándolas con base al sistema decimal, es decir, juntando los objetos de 10 en 10. De esta manera, se tienen los siguientes elementos:

- Unidades: formadas por elementos sueltos.
- Decenas: formadas por 10 elementos unidos de alguna forma.
- Centenas: formadas por 10 decenas unidas de alguna manera.
- Millares: formadas por 10 centenas unidas entre sí de alguna manera.

Es un material que se puede utilizar no sólo con niños, sino también con adolescentes e incluso con adultos.

Su utilidad es permitir comprender y visualizar de forma concreta el sistema de numeración decimal, también sirve para realizar operaciones matemáticas con números reales de forma visual (suma, resta, multiplicación, división y raíces cuadradas hasta 999).

Tipos: base 10, cubos multibase, material de banco Montessori.

El tipo de material Base 10 más popular son los bloques multibase pueden ser de madera o plástico. En este material se modificarán aspectos como la textura, grosor y colores. La textura rugosa y el grosor indicarán los negativos, los colores ayudarán a los estudiantes normovisuales que trabajen con el material. Es decir, forma y textura similar se suman, formas similares, pero textura diferente indica resta, o sea anulación de términos, esto apoya al momento de la simplificación de términos.

3.6 Diseño y descripción de la situación de aprendizaje

En este apartado se describen algunas cuestiones previas a la implementación, que se siguieron para la realización y diseño de la situación de aprendizaje que se aplicó con apoyo del material didáctico que se propone. La conjunción de los materiales avanza por un lado en la conceptualización del álgebra (operaciones de polinomios) y por otro hacia el desarrollo del álgebra como un lenguaje.

Resumiendo, en el apartado 3.3 se mostró una descripción general de la población a la que va dirigida la situación de aprendizaje; en el marco de referencia se hizo un análisis general de la discapacidad visual y el material de apoyo, puntualizando qué es material didáctico, de manera específica para matemáticas. Seguido de ello, se realizó un análisis matemático en planes de estudio, libros de texto y conocimientos previos que deben tener los estudiantes según el contenido que indican los planes de estudio. Se enfatizó en las dificultades, errores y obstáculos que presentan los estudiantes en relación con el tema elegido. Se rediseñó un material didáctico con el fin de atender las dificultades y los aprendizajes esperados que marca el plan de estudios, después se realizó una planeación y diseño de la situación de aprendizaje a aplicar.

A raíz de las dificultades mencionadas en los apartados 1.2.3 y 1.2.4, se trata de dar atención a algunas, sin dejar de lado el plan de estudios, los aprendizajes esperados con respecto al tema de polinomios y como apoyo se espera hacer uso de materiales didáctico ya sea creado o rediseñado. En este caso se usaron los mosaicos algebraicos considerados como un material que se puede adaptar para que hagan uso las PDV. A la par se usó el cubarín algebraico, material rediseñado y dirigido principalmente para personas con discapacidad pero que se puede adaptar para personas normovisuales. Se describe el material, cómo realizarlo, se propone una definición, su utilidad y los materiales con los que se puede realizar.

Para hacer uso de este material didáctico y favorecer la inclusión educativa se hacen los ajustes razonables, que son aquellas modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas, requeridas para promover el trabajo del estudiante en condiciones semejantes a las de un estudiante normovisual. Se diseña la situación de aprendizaje que tiene como fin atender los objetivos de aprendizaje que señala el plan de estudios, por lo que se realiza una planeación dirigida al profesor a cargo en donde se describen cada una de las actividades y sus propósitos, además se indican los conocimientos previos, el nivel de

asimilación que se espera lleguen los estudiantes, la construcción de significados y la evaluación propuesta.

La situación de aprendizaje se divide en seis actividades que buscan atender diferentes dificultades, errores u obstáculos, retomando como base la teoría de situaciones didácticas por Guy Brousseau:

1. La actividad inicial tiene una función de evaluación a manera de diagnóstico para indagar qué conocimientos tienen los estudiantes acerca del tema.
2. La actividad de acción en la que se pretende que los estudiantes se familiaricen con los materiales, para ello se les cuestionó acerca de las características de cada material.
3. En la actividad de formulación se espera que los estudiantes comuniquen ideas y expliquen la relación que existe en ambas representaciones, con apoyo del material.
4. Actividad de implementación, realizan la demostración del cuadrado de la suma con ambos materiales, es decir, de forma geométrica y algebraica.
5. Actividad de institucionalización, donde se comprueba lo aprendido.
6. Por último, después de la actividad de institucionalización se realizó otra evaluación en donde se esperaba que el conocimiento del estudiante tuviera cambios conceptuales sobre el concepto de área y polinomios.

Con base en la demanda cognitiva en matemáticas propuesta por Smith y Stein (1998) y las actividades propuestas en la situación de aprendizaje apoyado con los mosaicos algebraicos y el cubarín algebraico, se obtuvo la Tabla 3.

Tabla 3

Actividades y justificación con base en la demanda cognitiva.

Actividad	Categoría de la tarea	Justificación
Cero Evaluación diagnóstica	Diagnóstico	La función de evaluación a manera de diagnóstico es para indagar acerca de qué conocimientos previos tienen los estudiantes respecto al tema matemático, polinomios.
Dos A trabajar se ha dicho	Procedimientos con conexión	La actividad dos está enfocada al desarrollo de los niveles más profundos de comprensión de conceptos y de ideas matemáticas. Con apoyo de los mosaicos y el cubarín algebraico, se espera que los estudiantes logren comprender que es posible representar una expresión de forma algebraica y de una forma geométrica; y no sólo eso, es posible operar con ambas

		<p>representaciones y realizar simplificaciones de términos y llegar al mismo resultado.</p> <p>Se busca que se establezca relación con las ideas que fundamentan el procedimiento de los polinomios para poder resolver la actividad con éxito y la comprensión del tema.</p>
<p>Tres ¿Qué similitudes hay?</p>	<p>Procedimientos con conexión</p>	<p>Es una continuación de la actividad dos, se mantiene la intención de seguir desarrollando a mayor profundidad niveles de comprensión del concepto del cuadrado de la suma específicamente y su demostración geométrica y algebraica.</p> <p>Apoyado con el uso de los mosaicos y el cubarín algebraico, se desarrolla la actividad. Se sugieren explícitamente pautas a seguir que tienen conexiones propias con las ideas de área y perímetro.</p> <p>Requieren un esfuerzo cognitivo para asociar las similitudes de ambas representaciones, con procedimientos no tan generales.</p> <p>Debe encontrar la relación con las ideas que fundamentan la demostración de la suma del cuadrado, así resolver la actividad con éxito y desarrollar la comprensión.</p>
<p>Cuatro Comprobación de lo aprendido</p>	<p>Hacer matemáticas</p>	<p>Con apoyo de las actividades anteriores, se espera que los estudiantes perciban la generalidad de la representación algebraica en comparación de la representación geométrica. Para esto se requiere de un pensamiento y más complejo y no algorítmico, en donde el estudiante debe determinar en qué situaciones puede hacer uso de ambos materiales, y en cuáles (y por qué) sólo puede utilizar el cubarín algebraico.</p> <p>Requiere determinar las limitaciones con las que cuentan los mosaicos; es decir, necesita analizar la actividad y las restricciones que pueden limitar sus estrategias de resolución.</p> <p>El alumnado entenderá y explorará la naturaleza de los conceptos, en este caso de las demostraciones con ambas representaciones (algebraica y geométrica) y de conceptos como la suma del cuadrado y la factorización. Esto implica un considerable esfuerzo cognitivo.</p>

Es importante mencionar que las actividades cero, uno y cinco están relacionadas con la manipulación *a priori* de los materiales didácticos, así como los conocimientos previos a las actividades y *a posteriori* de éstas.

3.7 Planeación de la clase

Para poder llevar a cabo la aplicación de la situación de aprendizaje con el apoyo del material didáctico fue necesario realizar una planeación de la clase en donde se identifican datos generales de la materia, el nivel de asimilación que se espera lograr con la implementación, los diferentes objetivos, las dificultades que se esperan atender, las estrategias y recursos a utilizar, los conocimientos previos necesarios para lograr la implementación, la secuencia de las diferentes actividades de la situación de aprendizaje, así como la evaluación y los significados que se construirán.

Tabla 4

Planeación de clase

Datos de identificación	
Asignatura: Matemáticas I Nivel: Bachillerato General Grado: Primer semestre Fecha: 27 de febrero de 2020	
Tema: Álgebra; Polinomios	Nivel de asimilación: saber hacer o de aplicación. Se presentan situaciones donde el estudiante debe poner a prueba sus conocimientos anteriores, construyendo relaciones sustantivas para aplicarlas a nuevos contextos, en los cuales se exige la presencia de creatividad para la resolución de situaciones problemáticas.
a) Objetivo de aprendizaje: Identificar y ejecutar las operaciones de suma, resta, multiplicación de polinomios de una variable. Aplicar y analizar productos notables para determinar y expresar el resultado de multiplicación de binomios.	
b) Atención a dificultades: <ul style="list-style-type: none">● En relación con el desarrollo cognitivo, que el estudiante pueda operar de manera táctil las operaciones con polinomios sin necesidad de memorizarlas (evitando la saturación perceptiva), lo cual provoca que el estudiante presente dificultades respecto al tema por la extensión y de carácter posicional de términos descritos del sistema algebraico a sistema algebraico en Braille.● Dificultades asociadas a las actitudes afectivas y emocionales, como odiar las matemáticas por ser difíciles.● Conflictos asociados a la comprensión y comunicación de objetos matemáticos.● Escritura del álgebra en Braille.● Evitar la constante supervisión.	

- Dificultad al realizar las operaciones por la extensión de términos en escritura braille, haciendo uso del cálculo mental.

Título de la clase: ¿Será lo mismo?

Método: Heurístico o búsqueda parcial con uso de representaciones semióticas (algebraico y geométrico) propuestas por Raymond Duval.

Estrategias de enseñanza-aprendizaje:

Lo que sé, lo que quiero aprender y lo que aprendí (SQA).
Positivo-Negativo-Interesante (PNI)

Recursos:

- Cubarín algebraico



- Mosaicos matemáticos



Reactivación de los conocimientos previos:

Áreas de figuras geométricas como cuadrado y rectángulo.

Identificar y diferenciar área y perímetro.

Primer grado secundaria: Uso de las leyes de los exponentes.

Segundo grado secundaria: Adición y sustracción con monomios y polinomios.

Multiplicaciones con expresiones algebraicas.

Actividad de acción (en equipos interactúan con el material, experimentan y descubren):

Con el mosaico algebraico

Se les entrega el mosaico algebraico permitiendo que interactúen con el material, se les pide respondan a preguntas en relación con las características como tamaño, grosor y texturas. De esta manera se familiarizan con el material y la manera de colocarlos.

Con el cubarín algebraico

Se les entrega el cubarín algebraico permitiendo interactúen con el material, se les pide identifiquen el símbolo matemático en braille que representa cada uno de los cubos.

Se le pide que realice diferentes expresiones para promover la práctica y dominio del cubarín.

Posteriormente el estudiante debe hacer uso de ambos materiales (cubarín y algebraico) de manera simultánea y expresar $x^2 + 2x + 1$.

Ahora simplificar:

- a. $x^2 + 3x + 1 + 2x^2 + x - 1$
- b. $-3 + 3x^2 - 3x + 2 + x - 2x^2$
- c. $4x + 3 - x^2 + 2 - 1$

A manera de paréntesis se hace el recordatorio referente al área y perímetro de figuras geométricas como cuadrados y rectángulos.

Pasamos a producto de polinomios, se les entrega cinco figuras lisas, un cuadrado grande, un pequeño y dos rectángulos.

¿Cómo obtenemos el área de esas figuras?

¿Y el perímetro?

Suponiendo que el cuadrado pequeño su área es 1 por tener lados 1×1 y del rectángulo su área es x ¿Por qué? ¿Cuál es el área del cuadrado grande?

Se le pide al estudiante que realice un cuadrado con las cinco figuras que se les proporcionó.

¿Cómo calcularías el área del cuadrado que formaste?

Se le entregan más figuras similares, pero con diferente textura.

¿Son del mismo grosor? ¿Misma textura?

Ya sabemos cuál es el valor de cada pieza del mosaico. Por ahora el estudiante ya debe de saber el valor que se le asignará a cada figura según su área, por lo tanto, el cuadrado grande tiene valor de x^2 , el rectángulo valdrá x y el cuadrado pequeño será la unidad.

El estudiante expresará la multiplicación $(x + 1)(x + 1)$ con ayuda del mosaico y posteriormente con el cubarín.

Actividad de formulación (comunicación de ideas):

Se pide a los estudiantes traten de explicar la relación entre las expresiones algebraicas y los mosaicos geométricos. ¿Será lo mismo? Lluvia de ideas.

Actividad de validación (demostración y comprobación de que su idea es correcta):

Retomar el cuadro SQA en otra clase con otra actividad que contradiga o afirme su validación actividad que contradiga o afirme su validación.

Por ejemplo, que los estudiantes intenten expresar las siguientes multiplicaciones de binomios:

$$(x+3)(x+3), (y+2)(y+2) \text{ y } (z+1)(z+1)(z+1).$$

Actividad de institucionalización (formalización por parte del profesor):

¿Qué expresiones son posibles de representar con ayuda de los mosaicos? ¿Cuáles no? ¿Por qué?

<p>Construcción de significados: Se une el tema de lenguaje algebraico al lenguaje geométrico para operaciones con polinomios sin uso de la visualización.</p>	<p>Evaluación del proceso: ¿Cómo llevé a cabo mis procesos de aprendizaje? ¿Cómo mejorarlos? ¿Qué aprendí el día de hoy?</p>	<p>Tarea Análisis de la actividad en clase</p>
---	---	---

Éstos fueron los aspectos metodológicos contemplados en esta investigación. En este momento se espera que el lector aprecie que el diseño e implementación de un material didáctico debe ser respaldado por una amplia revisión bibliográfica que permita tener un panorama más completo de la problemática atendida, así como un sustento teórico que permita el diseño de la situación de enseñanza y de herramientas para la toma de datos, así como la interpretación de lo obtenido.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante la investigación. El primer producto obtenido es el diseño de la situación de aprendizaje, por lo que se exponen a continuación las fases en las que se llevó a cabo. Inicialmente se realizó un análisis didáctico del tema de polinomios, es decir, polinomios en el plan de estudios en este caso de bachillerato; asimismo, se presentan las definiciones matemáticas de polinomios proporcionadas en los libros de texto más utilizados en el país, estos libros fueron seleccionados por ser los citados en el plan de estudios en el cual nos basamos; igualmente se incluyen aquellos conocimientos previos a polinomios que se atienden en secundaria.

Posteriormente, se realiza una descripción detallada del desarrollo del diseño e impresión del cubarín algebraico, las diferentes correcciones que se tuvieron que realizar con respecto a los colores, al tamaño, los símbolos y demás piezas necesarias que se añadieron, presentando de esta manera un producto final del material didáctico. Después, se hace una descripción detallada de lo que se observó en la implementación poniendo a prueba la situación de aprendizaje aunada a los materiales didácticos rediseñados y adaptados. Por último, se presenta un exhaustivo análisis de los resultados que se obtuvieron durante y después de la implementación de esta investigación.

4.1 Polinomios en el plan de estudios

Para poder contextualizar la didáctica del objeto matemático de este estudio, se muestra la descripción del tema de polinomios en el plan de estudios de Bachillerato General. Se indica el bloque, las horas asignadas al tema, el propósito del bloque, la interdisciplinariedad, así como los conocimientos que se abordarán, las habilidades y actitudes que se esperan del tema y por último los aprendizajes esperados en relación con el tema de polinomios.

Bloque V, Operaciones algebraicas, contemplando 20 horas asignadas al tema.

El propósito del bloque es: Aplica el álgebra en su vida valorando su importancia para dar solución a problemas relacionados con fenómenos cotidianos.

Indica que hay interdisciplinariedad con asignaturas como Química I, Taller de lectura y redacción I. Informática I y ética I.

A continuación, se presentan los conocimientos, habilidades, actitudes y aprendizajes esperados:

CLAVE CG	CLAVE CDB	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Aprendizajes esperados
CG 5.1 CG 5.2 CG 8.2	CDBM 1 CDBM 3	Lenguaje algebraico. Leyes de los exponentes y radicales. Operaciones con polinomios. Productos notables. Factorización. Fracciones algebraicas.	Utiliza operaciones algebraicas para resolver problemas de la vida cotidiana. Reconoce el lenguaje algebraico así como las leyes de los exponentes y radicales en la resolución de problemas. Identifica los procedimientos para resolver problemas algebraicos. Explica la solución de problemas algebraicos.	Afronta retos asumiendo la frustración como parte de un proceso. Expresa libremente sus ideas, mostrando respeto por las demás opiniones. Se relaciona con sus semejantes de forma colaborativa mostrando disposición al trabajo metódico y organizado. Maneja y regula sus emociones reconociendo sus fortalezas y áreas de oportunidad.	Utiliza el lenguaje algebraico para representar situaciones reales e hipotéticas siendo perseverante en la búsqueda de soluciones. Propone procesos de solución identificando posibles errores. Aplica el álgebra en su vida cotidiana favoreciendo su pensamiento crítico.

Figura 18. Programa de Matemáticas I (*Secretaría de Educación Pública, 2018, p. 26*).

4.2 Definición matemática en relación con polinomios

En el siguiente apartado se muestran las definiciones abordadas por diferentes libros de texto, los cuales fueron elegidos debido a que son fuentes de referencia del plan de estudios de Bachillerato General. Se eligieron aquellas definiciones que están en estrecha relación con el tema de polinomios como: monomio, polinomio, trinomio cuadrado perfecto, productos notables, binomio al cuadrado y expresión algebraica, por lo tanto, se pueden considerar como unos de los libros de texto más consultados por instituciones educativas en matemáticas para atender la materia de Álgebra: Sullivan (2006), Álgebra y trigonometría; Aguilar, Valapai, Gallegos y Reyes, (2009), Matemáticas simplificadas; y Baldor (2007), Álgebra. Cabe resaltar que algunas definiciones que son abordadas en un libro, en otro probablemente el autor no las aborde todas o de la misma manera; es decir, las definiciones propuestas pueden variar, y en algunos casos se da por hecho que el estudiante tiene nociones previas de ciertos conceptos, por lo que ya no se retoman en el libro.

Sullivan (2006, p. 35) indica que:

Monomio en una variable es el producto de una constante por una variable elevada a una potencia entera no negativa. Un monomio es de la forma ax^k donde a es una constante, x es una variable y $k \geq 0$ es un entero. La constante a se llama **coeficiente** del monomio. Si $a \neq 0$, entonces k se llama **grado** del monomio.

Sullivan (2006, p. 36) indica que:

Un **polinomio** en una variable es una expresión algebraica de la forma

$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$ donde $a_0, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0$ son constantes, llamadas **coeficientes** del polinomio $n \geq 0$ es un entero y x es una variable. Si $a_n \neq 0$, recibe el nombre de **coeficiente principal** y n se llama **grado** del polinomio.

Por otro lado, Aguilar, Valapai, Gallegos y Reyes (2009, p. 272) indican: "Polinomios es la expresión algebraica que consta de varios términos algebraicos".

El trinomio cuadrado perfecto. Así se denomina al resultado de $(a + b)^2$, que se obtiene mediante un cuadrado de lado $(a + b)$; al que confirman dos cuadrados del área " a^2 " y " b^2 ", así como dos rectángulos de área " ab ", por tanto, el desarrollo de la expresión $(a + b)^2$ es:

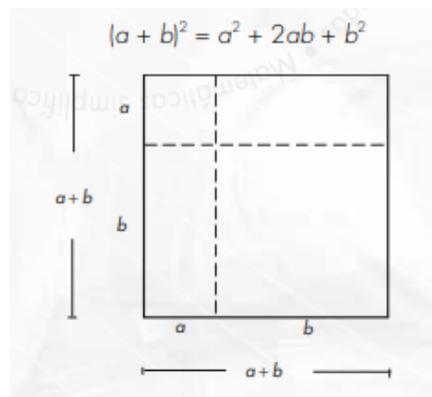


Figura 19. El trinomio cuadrado perfecto (Aguilar et al., 2009, p. 294).

Además, Aguilar et al. (2009, p. 294) presentan la siguiente definición:

Los productos notables se obtienen con un simple desarrollo, sin necesidad de efectuar el producto.

Cuadrado de un binomio: el desarrollo de la suma de dos cantidades al cuadrado es igual al cuadrado del primer término, más el doble producto del primer término por el segundo, más el cuadrado del segundo; esta regla general se expresa con la fórmula: $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ a la expresión restante se le conoce como trinomio cuadrado perfecto.

Por otro lado, Baldor (2007) es más específico y amplio en cuanto a las definiciones:

"Expresión algebraica es la representación de un símbolo algebraico o de una o más operaciones algebraicas" (p. 14).

"Término es una expresión algebraica que consta de un solo símbolo o de varios símbolos no separados entre sí por el signo + o -. Así, $a, 3b, 2xy, \frac{4a}{3x}$ son términos" (p. 14).

"Monomio es una expresión algebraica que consta de un solo término, como $3a, -5b, \frac{x^2 y}{4a^3}$ " (p. 16).

“Polinomio es una expresión algebraica que consta de más de un término, como $a + b, a + x - y, x^3 + 2x^2 + x + 7$ ” (p. 16).

El grado de un polinomio puede ser absoluto y con relación a una letra, el grado absoluto de un polinomio es el grado de su término de mayor grado. Así, en el polinomio $x^4 - 5x^3 + x^2 - 3x$ el primer término es de cuarto grado, el segundo de tercer grado, el tercero de segundo grado, y el último de primer grado; luego, el grado absoluto del polinomio es el cuarto (p. 16).

“Se llama productos notables a ciertos productos que cumplen con reglas fijas y cuyo resultado puede ser escrito por simple inspección, es decir, verificar la multiplicación” (p. 97).

Construimos un cuadrado de a unidades de lado, es decir, de lado a :

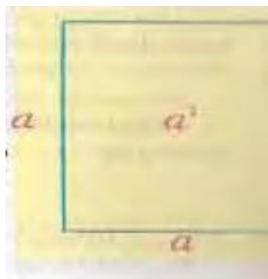


Figura 20. Cuadrado de lado a (Baldor, 2007, p. 99)

Construimos un cuadrado de b unidades de lado, es decir, de lado b :

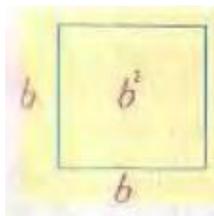


Figura 21. Cuadrado de lado b (Baldor, 2007, p. 99)

Construimos dos rectángulos de largo a y ancho b :

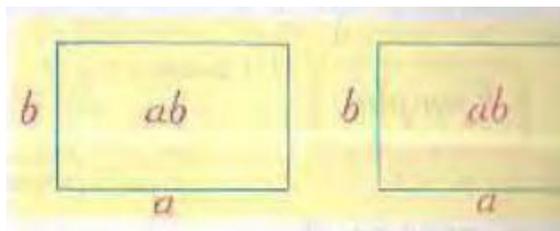


Figura 22. Rectángulo de lado a y b (Baldor, 2007, p. 99)

Uniendo estas cuatro figuras como se indica en la Figura 23, formaremos un cuadrado de $(a + b)$ unidades de lado. El área de este cuadrado es $(a + b)(a + b) = (a + b)^2$, y como puede verse en la figura, esta área está formada por un cuadrado de área

de a^2 , un cuadrado de área b^2 y dos rectángulos de área ab cada uno o sea $2ab$. Luego:
 $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

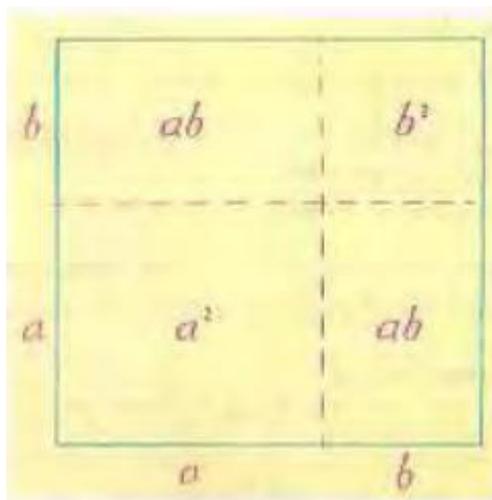


Figura 23. Trinomio cuadrado perfecto (Baldor, 2007, p. 99).

Por último, se decidió basarnos en las definiciones propuestas por Baldor, resultado del análisis *a priori* acerca del tema de polinomios, estas definiciones se caracterizan por ser más claras y entendibles para los estudiantes del nivel medio superior.

4.3 Conocimientos previos de polinomios

En este apartado se muestran los conocimientos previos en relación con el tema elegido, polinomios, estos conocimientos serán considerados posteriormente en la planeación de las actividades para la situación de aprendizaje. Nos remontamos a conocimientos previos de secundaria debido a que el tema de polinomios es visto en primer semestre de bachillerato. Según los planes de estudio, los estudiantes deben tener nociones del tema, es decir, en secundaria se aborda una introducción al álgebra.

Tabla 5

Conocimientos previos de polinomios

Primer Grado			
Ejes	Sentido numérico y pensamiento algebraico	Forma, espacio y medida	Manejo de la información
Bloque 1	•Explicación del significado de fórmulas geométricas, al considerar las literales como números generales con los que es posible operar.		
Bloque 3		•Resolución de	

		problemas que impliquen calcular el perímetro y el área de polígonos regulares.	
--	--	---	--

Segundo Grado			
Ejes	Sentido numérico y pensamiento algebraico	Forma, espacio y medida	Manejo de la información
Bloque 1	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de multiplicaciones y divisiones con números enteros. • Cálculo de productos y cocientes de potencias enteras positivas de la misma base y potencias de una potencia. • Significado de elevar un número natural a una potencia de exponente negativo. 		
Bloque 2	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas que impliquen adición y sustracción de monomios. • Resolución de problemas que impliquen adición y sustracción de polinomios. • Identificación y búsqueda de expresiones algebraicas equivalentes a partir del empleo de modelos geométricos. 		
Bloque 3	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de cálculos numéricos que implican usar la jerarquía de las operaciones y los paréntesis 		

4.4 Diseño del material

En este apartado se muestra la evolución que ha tenido el cubarín algebraico. Inicialmente, para el diseño del cubarín se utilizó el programa de AutoCAD 2017, donde se realizó la pieza base que dio lugar al resto. Como ya se mencionó, se retomaron los parámetros indicados por la ONCE para la elaboración del Braille, además se añadió espacio a los costados para que los puntos quedaran al centro y así facilitar la percepción, también se añadió una muesca en la parte inferior, un elemento extra para apoyar a la ubicación y sentido de la pieza.

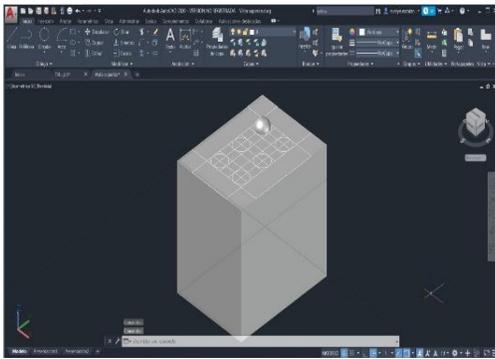


Figura 24. Vista general del diseño (Elaboración propia).

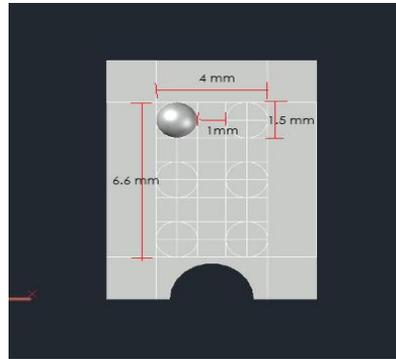


Figura 25. Vista superior del diseño (Elaboración propia)

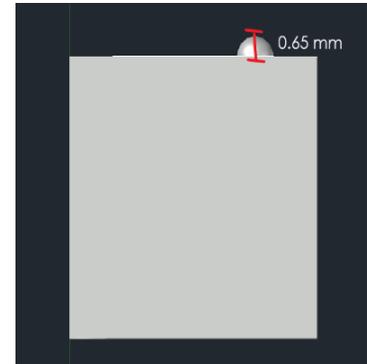


Figura 26. Vista lateral del diseño (Elaboración propia)

Posteriormente se realizó la impresión de las piezas, se tuvo que elegir la impresora 3D que tuviera mayor precisión debido a que los puntos que sobresalen del cubo son muy pequeños, pero son de suma importancia para que el estudiante pueda identificarlos y saber de qué combinación de puntos se trata. En algunos casos las impresoras eran industriales, pero al momento de la impresión había mucha merma que quedaba sobre el cubo lo que dificultaría la identificación de los puntos (Ver Figura 27).

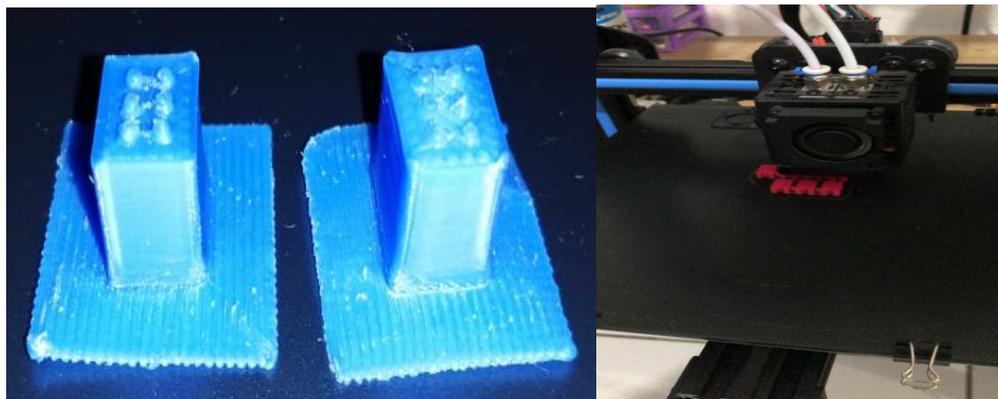


Figura 27. Prueba de impresión de cubos (Elaboración propia)

Cuando se identificó la impresora con la precisión adecuada se imprimió el primer juego de los cubos. En ese momento se había elegido utilizar diferentes colores para distintos conjuntos de símbolos; es decir, de color azul los símbolos de las letras (a-j), color negro los símbolos de operaciones (paréntesis izquierdo y derecho, \div , $+$, $=$, $-$ y $\#$), de verde las literales (x, y, z) y de color rojo el símbolo para prefijo minúscula y potencia (Ver Figura 28).

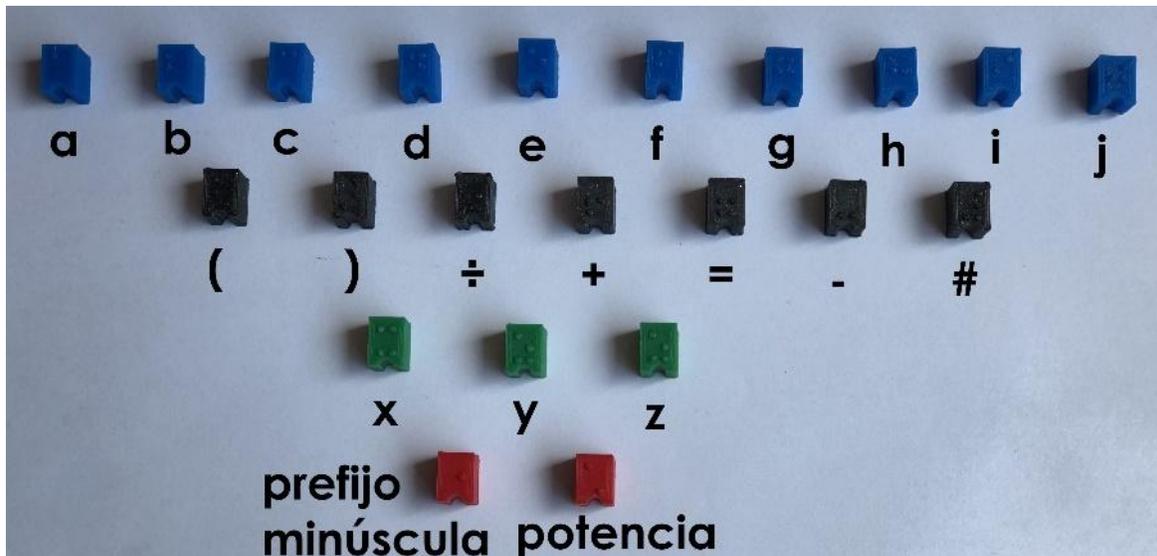


Figura 28. Primera impresión de juego de cubos (Elaboración propia)

El diseño fue presentado al comité tutorial del trabajo, asignado por el posgrado, previo a su aplicación. Al presentar el primer juego de cubos, se realizaron observaciones en cuanto a los cubos de color negro, ya que se pretende que el material también sea utilizado por normovisuales, estudiantes con baja visión y por profesores de aulas regulares, quienes no necesariamente dominan el sistema Braille; los puntos no se detectaban a simple vista, por lo que se hizo la observación en cambiar el color negro por otro, donde los puntos sí se alcanzaran a percibir a través de la vista. Ante esta observación se realizó el cambio de la impresión de negro a amarillo (Ver Figura 29), el resto de conjunto de las piezas se mantuvo, sólo los símbolos de operaciones cambiaron.

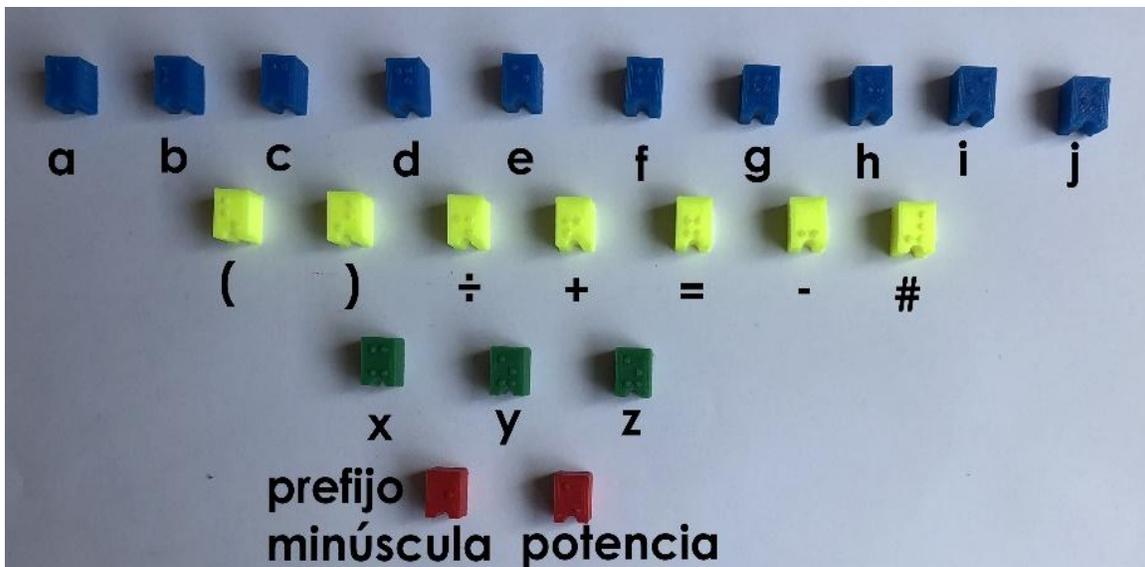


Figura 29. Segunda impresión de juego de cubos (Elaboración propia)

Al seguir trabajando con el cubarín algebraico y manipulándolo, se consideró necesario hacer una diferencia al color que se le asignó a los símbolos de las operaciones, esto para identificarlos más fácilmente y así poder realizar las correcciones necesarias al estudiante sin que implique tanto tiempo en descifrar. Se cambiaron a rosa los paréntesis derecho e izquierdo, a gris el símbolo más, a dorado el símbolo de menos y a morado el símbolo numérico, el resto de los colores se mantuvo (Ver Figura 30).

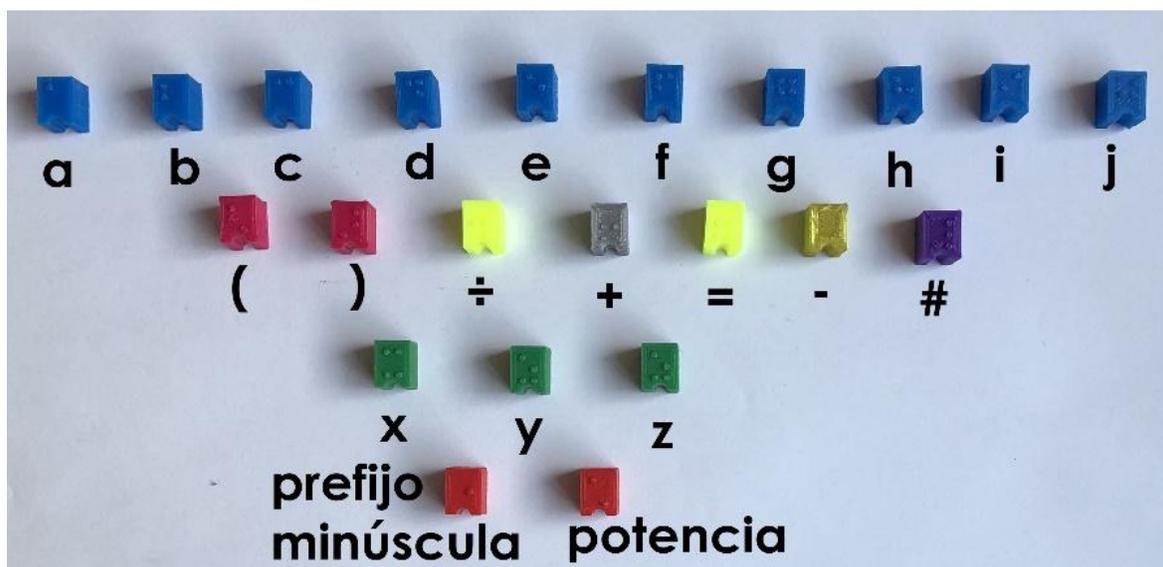


Figura 30. Tercera impresión de juego de cubos (Elaboración propia)

En cuanto al diseño de la base, inicialmente se contempló que tuviera dimensiones de 26 x 19.7 x 0.7 cms., de manera que fuera de un tamaño similar a un cuaderno escolar profesional y fuera posible guardarla en la mochila sin que sobresaliera de sus libros. Lo considerábamos un tamaño ligero y práctico. Sin embargo, al cotizar la impresión, nos informaron que las impresoras disponibles cubrían dimensiones máximas de 5 x 5 cm. Posteriormente, se encontró una impresora 3D industrial cuyos límites máximos de tamaño de impresión eran dimensiones de 20 x 20 cm.; por lo que se rediseñó la base con dimensiones de 18 x 18.5 x 0.7 cm. Esto nos llevó a que la base contara con 12 renglones, cada renglón con una capacidad para 21 cubos alineados.

Los cubarines aritméticos convencionales cuentan con rendijas en donde se insertan cada uno de los cubos como los siguientes, lo que implica que si el estudiante se equivoca debe quitar cada uno de los cubos, colocar el que hizo falta y ensamblar el resto.



Figura 31. Cubarines aritméticos convencionales.

Por tanto, consideramos que un aspecto innovador en el diseño propuesto fue el uso de renglones en la base para que, en caso de que se deba añadir una pieza faltante, el estudiante sólo aparte los cubos, inserte el cubo faltante y vuelva a unir el resto de los cubos. O, en caso de que haya colocado alguna pieza de más, sólo extraiga el cubo de la base y vuelva a unir el resto de los cubos.

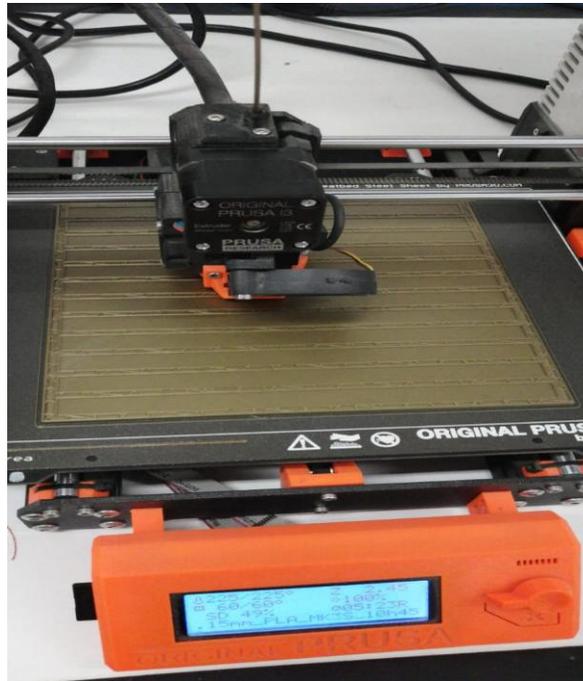


Figura 32. Impresión de la base (Elaboración propia)

Después del diseño de los cubos y la primera prueba de impresión, se realizó la impresión en otra impresora 3D, donde hubo errores en la base debido a que el tamaño se encontraba en los límites de las dimensiones que abarcaba lo que provocó en dos ocasiones que la punta chocara con la base y la derribara, en consecuencia, la pieza aún inconclusa se deformó por no estar seca.

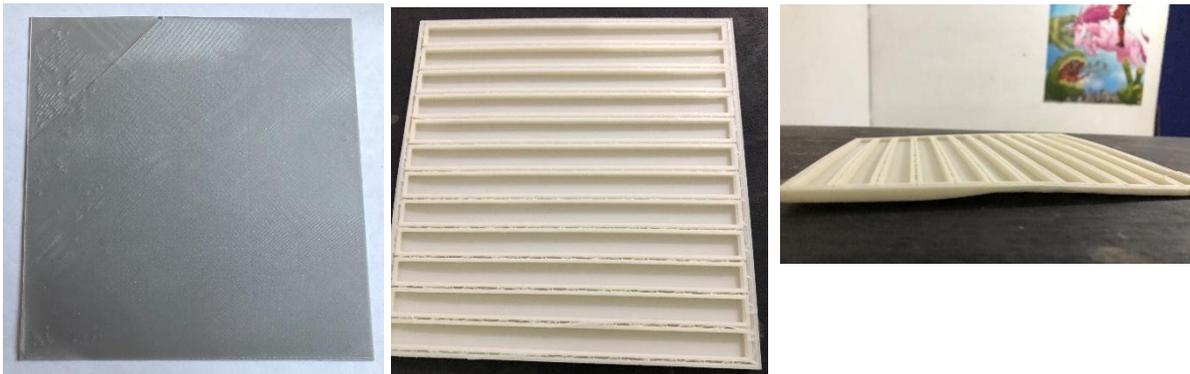


Figura 33. Errores de impresión de la base (Elaboración propia)

Una vez impresa con éxito la base, los cubos fueron almacenados en orden en un organizador y de esa forma fue provisto a los estudiantes.

4.5 Implementación

La implementación se realizó con dos estudiantes de nivel medio superior pertenecientes al Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales Ezequiel Hernández Romo, que se encuentra en la Capital de San Luis Potosí. Al estudiante uno se le asignará el alias de Héctor y al estudiante dos Leonardo. La implementación se realizó en dos sesiones de tres horas cada una, en donde se aplicó la situación de aprendizaje que se diseñó, apoyado con los materiales didácticos: mosaicos y cubarín algebraico, ambas sesiones fueron videograbada y se realizaron fotografías para la toma de datos.

Además, al finalizar las aplicaciones, como complemento de esta validación se realizó una entrevista de opinión respecto al uso y adecuación del cubarín algebraico a un profesor con más de 25 años de experiencia en la educación de PDV.

Aplicación 1

La primera aplicación se realizó con Héctor, de 17 años, el estudiante tiene conocimiento sólido de Braille (lectura y escritura), pero fue notable que el estudiante no tenía conocimientos básicos de matemáticas, sabía que el tema de polinomios correspondía a Álgebra, pero lo relacionaba con ecuaciones, en cuanto el exponente sabía que es elevar a una potencia...

El estudiante no había trabajado con el cubarín aritmético, sólo con el ábaco Cranmer, por lo que él sentía que tenía deficiencias en operaciones como multiplicaciones, reconoce que la mayoría de las operaciones las hace mentalmente, pero que en números más grandes se confunde.

Se le presentó el cubarín algebraico e inicialmente comenzó a explorar tanto la base, revisar textura, tamaño y forma, así como los cubos y el organizador en el que se encontraban almacenados los cubos, desplazó sus manos sobre el organizador y contó el número de compartimentos que contenían los cubos.

Se le pidió que tomara un cubo y se le explicaron las características que tenía cada cubo (muesca y sentido), después se le solicitó que nos enlistará qué símbolos contenía y lo logró, algunos con ciertas dificultades porque olvidaba la posición de la muesca y tomaba la pieza al revés. Además, se apropió rápidamente de la ubicación en el organizador de cada una de las piezas por lo que era capaz de regresar cada cubo a su lugar y proseguir con el siguiente compartimento.

Se le entregó además al estudiante una hoja con algunas operaciones y expresiones en Braille, a realizar con el cubarín para que se fuera familiarizando con el material. Inició con $2 + 3$, $5x$ y $-3x^2$, el estudiante memorizó la ubicación de cada cubo que era necesario para expresar lo que se le pidió en la base, inicialmente tuvo dificultades porque no comprendía cómo se colocaban los cubos sobre la base, pero después de cuatro intentos lo logró. La técnica que usaba fue mantener un dedo en el renglón que estaba utilizando

mientras con la otra mano buscaba las piezas, entonces al momento de colocarla le era fácil saber en dónde iba porque ya tenía el dedo sobre el renglón en el que estaba trabajando.



Figura 34. Resultado de Héctor a la actividad 1 (Elaboración propia)

Después se le entregaron los mosaicos geométricos por lo que identificó dos cuadrados chicos, dos rectángulos, dos cuadrados más grandes, de cada mosaico percibió la textura diferente con el propósito de que fueran los negativos. El estudiante procedió a agrupar los mosaicos con texturas similares separadas de las lisas. En cuanto a las áreas tuvo dificultades de recordar las fórmulas para cada polígono.

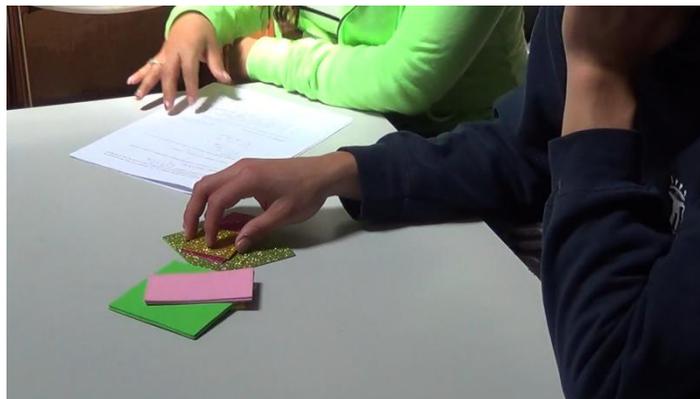


Figura 35. Héctor agrupando las figuras por texturas (Elaboración propia).

Al indicarle que el lado del cuadrado vale x , a lo que el estudiante respondió que el área era $(x)(x) = y$, se le volvió a cuestionar y respondió que $(x)(x) = x$, después que $(x)(x) = 2x$, después de ir guiándolo llegó a que $(x)(x) = x^2$. Enseguida se le preguntó cuál sería el área del rectángulo si el lado más grande es igual al del cuadrado grande, a lo que respondió que 4 (debido a que el cuadrado tiene 4 lados), después llegó a que x es la base y la altura es 1, y el área es $1x$. Posteriormente logró asignar el valor de su área a cada figura x^2 al cuadrado grande, x al rectángulo y 1 al cuadrado pequeño. El estudiante

indicó que las otras figuras tienen diferentes texturas y están más delgaditas, apropiándose de los valores según su área, pero en negativo $-x^2$, $-x$ y -1 .



Figura 36. Héctor trabajando con los mosaicos algebraicos (Elaboración propia)

Es importante mencionar que las actividades que se tenían contempladas no se aplicaron completas debido a que el tiempo que se tenía destinado para trabajar con el estudiante era inicialmente de dos a tres horas, pero terminó siendo de una hora, por lo que se realizaron sólo uno o dos ejercicios de cada actividad. Cabe mencionar que las actividades con estudiantes con discapacidad visual tienden a llevarse en un poco más de tiempo.

Después se le solicitó al estudiante que expresara en el cubarín $x^2 + 3x + 1 + 2x^2 + x - 1$ y simplificara, entendiendo por ello geoméricamente unir las figuras que son “iguales”. Héctor consultaba la expresión constantemente con apoyo del cubarín, y así logró detectar cuáles eran los términos semejantes, obteniendo lo siguiente: $3x^2 + 4x$, por lo que recitó su resultado apoyándose en la lectura del cubarín. Cabe mencionar que el significado asociado a estas expresiones, derivado del material de mosaicos, fueron longitudes y áreas.

Comenzó a representar la misma expresión, pero con ayuda de los mosaicos algebraicos apropiándose rápidamente de la forma en que se iba a trabajar indicando cuántas figuras iba a necesitar de cada una para representar la expresión. De esta manera el estudiante logró comprender que el resultado era exactamente el mismo pero representado de diferentes formas.

Al seguir trabajando con los mosaicos se le pidió al estudiante que expresara $x^2 + 2x + 1$. Héctor recolectó las piezas necesarias del cúmulo de figuras, para después realizar un cuadrado con las 4 figuras correspondientes manipulando de manera muy fácil y logrando el objetivo. Diciendo que el área total de esa figura es $x^2 + 2x + 1$. Además, indicar que los lados de ese cuadrado es $x+1$, que al principio confundía con $1x$.

En ese momento, la asesora de Héctor interrumpió la validación, por cuestiones administrativas. Manifestó que no se le había avisado que trabajaría conmigo. Aunque el malentendido se aclaró, en el momento que Héctor la escuchó, comenzó a tener problemas

de concentración, solicitó el estudiante proseguir al otro día, y se pospuso la actividad por lo que no se logró concluir la situación de aprendizaje con Héctor.

Aplicación 2

La segunda aplicación se realizó con Leonardo, de 19 años, perteneciente al Instituto Para Ciegos y Débiles Visuales Ezequiel Hernández Romo, en la modalidad de preparatoria abierta y se encuentra cursando su primer año de bachillerato.

Antes de comenzar a trabajar, Leonardo expresó que nunca había trabajado con ningún material didáctico concreto, por lo que pedía se le tuviera paciencia ya que todo lo trabajaba por medio de la memoria. Inicialmente se mostró algo nervioso porque creía que en caso de que hiciera algo mal se le iba a reportar a la directora del Instituto. Además, comentó que no era aceptado en escuelas regulares, por lo que tuvo que ingresar a un Centro de Atención Múltiple, posteriormente, realizar sus estudios de secundaria, donde concluyó por medio de un programa por parte del Instituto Estatal de Educación para Adultos (IEEA).

En la evaluación diagnóstica donde se le cuestiona ¿qué es un polinomio? El estudiante respondió que se trata de 5 números, porque primero vienen los monomios, binomios, trinomios, cuatrinomios y luego siguen los polinomios. El estudiante tenía noción del tema o bien de la teoría. Ante la pregunta ¿qué es un exponente? comentó que es el número que se tiene que descubrir cuando hay una incógnita, presentó la misma confusión que Héctor, confusión que va de relacionar los polinomios con ecuaciones, pero saben que son temas que pertenecen a álgebra. Al igual que Héctor no supo qué es un término.

Al entregarle la base del cubarín, lo que hizo fue pasar sus dedos de manera vertical contando los renglones con los que cuenta. Cuando comenzó con el organizador inmediatamente sacó un cubo y comenzó a tocarlo con las yemas de los dedos, tratando de darle sentido a la pieza y descubriendo qué era lo que indicaba el cubo, todo esto fue antes de que se le dijera lo que había dentro del organizador.

Se le cuestionó cuáles eran los símbolos y dijo que no lo sabía, al decirle que es una letra su respuesta fue “¡Ah, ¿también hay letras? ¡Yo esperaba que fueran sólo cosas de matemáticas!” Ya después sin ningún problema y rápidamente logró detectar cada una de las piezas, y sin ninguna dificultad regresaba las piezas a lugar que pertenecía. Después, sólo, con una mano logró ubicar los símbolos (lo tomaba con una mano, con esa misma mano acomodaba la pieza para que el Braille quedará en la yema de los dedos y decía cuál era).

Cuando pasaba a la siguiente fila del organizador, mantenía la mano izquierda sobre la fila y con la derecha tomaba las piezas y así sucesivamente con las cuatro filas que cuenta el organizador.

Se le entregó además al estudiante una hoja con algunas operaciones y expresiones a realizar con el cubarín para que se fuera familiarizando con el material. Inició con $2 + 3$, $5x$ y $-3x^2$, memorizó la ubicación de cada cubo necesario para expresar lo que se le pidió en la base; lo que hacía era tomar el signo numérico y la letra al mismo tiempo y luego los colocaba sobre la base, igual sin ninguna dificultad al insertarlo en ella. Al inicio comenzó colocando los cubos como venía en la hoja de apoyo que le entregué, es decir, si había espacio entre el número y el símbolo, en el cubarín, también dejaba ese espacio.



Figura 37. Expresión en Braille y en cubarín por Leonardo, respetando los espacios (Elaboración propia)

En una expresión olvidó poner el signo numérico, tal como se esperaba lo que hizo fue recorrer los cubos hacia los lados, colocar el cubo que le había faltado y unir nuevamente los cubos. Cuando quería mover los cubos de renglones, los tomaba todos juntos y los recorría un renglón más arriba o más abajo, según fuera el caso.

Igual que Héctor, dejaba colocado el dedo de la mano izquierda sobre el renglón con el que se encontraba trabajando, buscaba los cubos en el organizador con la mano derecha y los colocaba.



Figura 38. Resultados de la actividad 1 de Leonardo (Elaboración propia)

Al trabajar con los mosaicos geométricos, el estudiante logró identificar las figuras geométricas, reconoció un cuadrado, un rectángulo, otro cuadrado más grande, posteriormente procedió a unir los cuadrados de la misma textura y dijo hay dos cuadrados del mismo material, uno es pequeño y el otro es grande, los separó del resto. Además, hay dos rectángulos del mismo tamaño, pero de diferente material y los unió.

También hay otros dos cuadrados del mismo material, uno chiquito y uno grande y me los mostró.

Cuando se le cuestionó sobre las fórmulas para calcular el área de las figuras con las que estábamos trabajando, inmediatamente dijo que ya no recordaba nada, que no recordaba cómo obtener el área de un cuadrado ni de un rectángulo, comentó que era lo último que estaba viendo en el ciclo escolar y no se alcanzó a cubrir el tema cuando se encontraba en secundaria, cuando este tema corresponde a primaria, no a secundaria. Por lo que fue notorio que el estudiante no tenía noción del concepto de área, sólo intentó recordar las fórmulas de cada figura. Cuando comenzamos a trabajar multiplicación con literales y se le pregunto cuál es el resultado de multiplicar $(x)(x)$, su lenguaje corporal empezó a cambiar, se empezó a notar nervioso, esto acompañado de un “no, pues no me recuerdo nada”, por lo que se dedujo que el contenido lo desconocía, no sabía trabajar con leyes de los exponentes y no podíamos seguir avanzando con las actividades.

Después de retomar temas que no estaban contemplados, como fórmulas de área, leyes de los exponentes y operar con números y literales, el estudiante memorizó el valor del área que se le asignó a cada una de las figuras $x^2, x, 1, -x^2, -x$ y -1 .

Cuando se le pidió expresa $x^2 + 2x + 1$ con el cubarín y el mosaico, en el cubarín no tuvo problema en expresarlo, pero no lograba entender cómo eso que escribió en el cubarín lo iba a representar con los mosaicos. Después de algunos ejemplos que se realizaron con ambos materiales, comprendió y asoció lo que tenía que realizar, entonces pidió un cuadrado grande liso, revisaba en su cubarín nuevamente y pidió dos rectángulos lisos, por último, pidió un cuadrado chiquito. Después se le pidió que formara un cuadrado con las cuatro figuras que me pidió y no tuvo problemas para hacerlo, logró comprender que estaba utilizando dos formas de representación de una misma expresión. Al cuestionarlo del área total de la figura que formó, dijo pues es la suma de cada una de las figuras, es decir, $x^2 + 2x + 1$. Y los lados medían $x+1$, por lo que para comprobar el área que el estudiante me respondió, proseguimos a obtener el área $(x+1)(x+1)$, posteriormente lo desarrolló y comprobó que cada uno de los términos que obtuvo era cada una del área de las figuras con las que formó el cuadrado.

De igual forma que con Héctor, no se pudo seguir trabajando de forma completa con el resto de las actividades planeadas para la situación de aprendizaje, esto a raíz de que las actividades se tornaban muy largas para los estudiantes y demandaba mucho tiempo. Por lo que igual que con Héctor sólo se tomaron uno o dos ejercicios de cada actividad.

4.5 Resultados

Con base en los antecedentes y la literatura reportada acerca del tema de discapacidad visual, álgebra y posterior a la implementación, fue notorio lo mencionado

por los autores Mamcasz, Rutz, Midori y Sebastiao (2016), fue posible comprobar que los estudiantes con DV van presentando los mismos obstáculos, dificultades y errores que han sido reportados en investigaciones realizadas con estudiantes de secundaria y preparatoria sin discapacidad alguna. Se describen algunos errores, obstáculos y errores propuestos por Socas (1997), Ruano, Socas y Palarea (2008):

Dificultades asociadas a los procesos de enseñanza. Héctor comentó que no era muy común que en los métodos de enseñanza por sus profesores se hiciera uso de los materiales didácticos de ningún tipo, únicamente usó el ábaco Cranmer, Leonardo indicó que nunca había usado materiales didácticos, ambos estudiantes sólo se limitan a escuchar las clases y memorizarlas, en matemáticas se les dificulta porque no logran asimilar las ideas por medio de indicaciones y exposiciones orales. En relación con las dificultades que tienen que ver con el currículo de matemáticas, a pesar de que un estudiante estaba en preparatoria en línea y el otro en preparatoria abierta, ambos deben cumplir con el currículo de matemáticas señalado por la SEP. Los materiales contemplados en este contexto están diseñados para normovisuales, es decir, los libros de texto, guías de estudio, evaluaciones son meramente visuales, con demasiado contenido gráfico y experimentos, en su mayoría visuales. En el caso del estudiante que se encuentra en preparatoria abierta, una persona externa a la institución es quien aplica las evaluaciones en el transcurso del año; cabe destacar que los evaluadores no cuentan con capacitación para trabajar con personas con discapacidad visual, y las evaluaciones se aplican de forma oral.

Por otro lado, Héctor que se encuentra en Preparatoria en línea cumple con el currículo de matemáticas que es trabajado por el Tecnológico de Monterrey en la modalidad PrepaNet, todas sus clases y evaluaciones son en línea, de igual forma, los contenidos que se espera el estudiante abarque contienen muchos gráficos y dibujos que por un lector de pantalla no logra describir del todo. Es notorio que los estudiantes son los que se han tenido que adaptar al sistema educativo y a las estrategias diseñadas sólo para estudiantes sin discapacidad, el sistema educativo no ha intentado adaptarse a los estudiantes con discapacidad visual. Éstas son algunas de las dificultades asociadas a los procesos de enseñanza.

Fueron notorias las dificultades que presentaron los dos estudiantes con los que se realizó la implementación, asociadas a las actitudes afectivas y emocionales hacia las matemáticas en general. Ambos estudiantes pudieron externar de una u otra forma (lenguaje corporal uno de ellos) que la materia en relación con matemáticas les ocasiona sentimientos de tensión, miedo y hasta ansiedad. Por ejemplo, Héctor presenta cieguismos⁶, que al momento de la implementación se intensificaron balanceándose aún

⁶ Se llama así a las esteoritipias que se manifiestan específicamente en la persona ciega o con baja visión severa, se producen en todos los niños, y son consecuencias del proceso evolutivo

más y moviendo en repetidas ocasiones los dedos, por lo que es posible que para Leonardo haya sido una situación intensa, cuando aún no se iniciaba con la implementación el estudiante nervioso comentó que tenía problemas para multiplicar, que tiene dificultades con las cuestiones básicas de matemáticas cuando aún no se le comentaba qué se iba a trabajar en la situación de aprendizaje.

La situación de aprendizaje con Leonardo, en un inicio nervioso inmediatamente preguntó que si los resultados de lo que se iba a hacer se iban a entregar a la directora, porque él no era bueno en matemáticas y entonces no quería que lo regañaran por no saber. Se le comentó que los resultados sólo eran con fines de mejora de las actividades y del material, igual que con Héctor se intensificaron los cieguismos, en este caso presentó tendencia a frotarse los ojos constantemente.

Los datos que se obtuvieron por medio de la situación de aprendizaje que consta de 6 actividades a partir de la actividad cero a la cinco, a través del análisis de los datos y con base en la demanda cognitiva en Matemáticas propuesta por Smith y Stein (1998), se consideró que las tareas de las actividades dos y tres son categoría de procedimientos con conexiones a la comprensión o a conceptos de nivel medio alto, y, por otro lado la actividad cinco es de categoría hacer matemáticas de nivel alto.

En la actividad cero donde se espera observar cuáles son los conocimientos previos con los que cuenta Héctor, fue notorio su dominio del Braille, pero se presentó una confusión con ecuaciones y polinomios. Esto podría deberse a que el tema se enseñó con anterioridad, es decir poco antes de la aplicación o que se encontraba trabajando al momento de la aplicación, por lo que se encuentran familiarizados con el tema de ecuaciones y sus ideas conceptuales, comenzó a decir sus ideas, comentando que los polinomios es cuestión sólo de despejar la x para saber cuánto vale, por lo que se puede considerar como un obstáculo basado en la secuencia de un tema.

Fue notorio que la actividad uno, que tiene por objetivo que el estudiante se familiarice con ambos materiales didácticos, fue fundamental en la situación de aprendizaje, ya que en cuanto se le presentaron a Héctor logró identificar texturas, tamaños, figuras y relieve sin ningún problema.

(balancear, chupeteo, etc.) se producen por situaciones intensas, pueden ser tics, mirar la luz, presionar los ojos, balancearse o aletear, y realizar repeticiones verbales.



Figura 39. Héctor explorando el material (Elaboración propia).

Al finalizar, cuando se le cuestionó a Héctor acerca del área de las figuras geométricas que se le habían mostrado, respondió lo siguiente: $(x)(x) = 2x$, no teniendo claro, las leyes de los exponentes, en este caso intentó utilizar el procedimiento como si fuera una suma y no como multiplicación. Este fenómeno también se presentó en estudiantes normovisuales, según la revisión de literatura respecto a errores derivados de utilizar inapropiadamente reglas o procedimientos (Ruano, Socas y Palarea, 2008).

Héctor logró concluir con éxito la actividad dos, es decir, logró alcanzar la demanda cognitiva en matemáticas de nivel medio alto donde es necesario hacer uso de procedimientos con conexiones a la comprensión y al concepto, logró desarrollar niveles más profundos de conceptos y de ideas matemáticas, apoyado con los mosaicos y el cubarín algebraico, con lo que logró comprender que es posible representar una expresión de forma algebraica y de forma geométrica. Operando con ambas representaciones obtuvo los mismos resultados, por ejemplo, expresó $x^2 + 3x + 1 + 2x^2 + x - 1$ para después simplificar, consultaba para saber cuáles eran los términos semejantes y obtener $3x^2 + 4x$.



Figura 40. Héctor, resultados de la simplificación de una expresión algebraica (Elaboración propia).

En la actividad tres se buscaba que interpretara y relacionara las similitudes que hay con ambas representaciones, geométrica y algebraica, aunada a la actividad dos que era la exploración y familiarización de los materiales didácticos, Héctor logró realizar las tareas que se le solicitaban, logrando hacer la demostración geométrica de la suma del cuadrado. La representación geométrica a pesar de ser una forma visual, en este caso de la demostración, con ayuda de los mosaicos pudo manipularlos de forma que logró visualizar la imagen y plasmarla por medio del material, sin ninguna dificultad. El estudiante mencionó la medida de cada lado de la figura geométrica que formó, obteniendo, por lo tanto, el área de ésta, que es igual a la suma de las áreas de cada figura, desarrollando $(x+1)(x+1)$ en el cubarín algebraico, y obteniendo cuatro términos que concluyó que era el área de cada figura, para posteriormente simplificarlo.

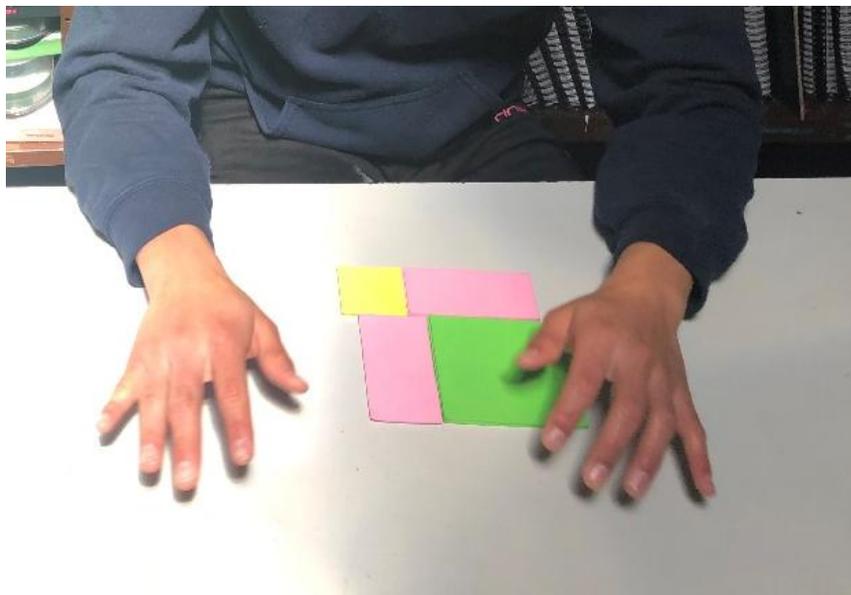


Figura 41. Héctor, demostrando un binomio al cuadrado de forma geométrica (Elaboración propia).

Pero, fue posible observar que a pesar de que Héctor no había trabajado con otro material didáctico aparte del ábaco de Cranmer, manipuló muy bien los materiales didácticos, le permitió trabajar con mayor rapidez y fluidez, logrando tener acceso a una representación geométrica, catalogada como visual, no sólo eso, por sí sólo pudo realizar una demostración, describir lo que hizo y justificarlo.

Leonardo en la actividad cero con respecto a sus conocimientos previos, inicialmente fue visible su dominio del Braille. Con respecto a polinomios sabía que era el conjunto de monomios, binomios y polinomios, es decir, el tema ya lo había trabajado. Al cuestionarlo acerca de qué es un exponente, respondió que es el número que tenemos que descubrir cuando hay una incógnita, lo que muestra que hay confusión en distinguir los polinomios de ecuaciones, por lo que se puede considerar como un obstáculo basado en la secuencia de un tema, conocimientos que se trabajaron en polinomios los está asociando a ecuaciones y viceversa. Es importante destacar que ambos estudiantes tuvieron el mismo obstáculo en la actividad cero.

En la actividad uno el estudiante logró trabajar con el material con bastante agilidad, cumpliendo el objetivo de esta actividad que es la familiarización y la exploración de ambos materiales didácticos. Al comenzar a trabajar con el área de los mosaicos, sabiendo que se comenzaba a operar con literales y no con números, fue notorio que se intensificó su nerviosismo, se tuvo que retomar el tema de áreas y leyes de los exponentes para poder continuar con la siguiente actividad.



Figura 42. Leonardo explorando el cubarín (Elaboración propia).

Posteriormente, en la actividad dos, Leonardo a pesar de inicialmente tenía dificultades con los temas en relación con áreas y leyes de los exponentes no fue impedimento para poder cubrir la actividad y concluirla con éxito. Logró alcanzar la demanda cognitiva en matemáticas considerada de nivel medio alto, donde es

fundamental realizar procedimientos con conexiones apoyado con los materiales didácticos; por ejemplo, la expresión $x^2 + 2x + 1$ logró ser representada de forma algebraica y de forma geométrica, operando con ambas representaciones y obteniendo el mismo resultado, es decir colocó la expresión en el cubarín, posteriormente solicitó un cuadrado grande, dos rectángulos y un cuadrado pequeño.

En la actividad tres se le dio la instrucción de formar un cuadrado con las figuras que había solicitado y lo logró en sólo cuatro movimientos sin ningún problema. Posteriormente, se le pidió indicara el área total del cuadrado que formó y respondió que era la suma de cada una de las figuras, es decir x^2, x, x y 1 , ya simplificada $x^2 + 2x + 1$.



Figura 43. Leonardo trabajando con la actividad dos, con representación geométrica y algebraica (Elaboración propia).

Indicó después que el lado del cuadrado grande es $x + 1$, por lo que procedió a obtener el área multiplicando $(x+1)(x+1)$, para resolver inició multiplicando el monomio x del primer binomio por los dos términos del segundo, enseguida multiplicó el monomio 1 del primer binomio por los dos términos del segundo, logró obtener el siguiente resultado: $x^2 + x + x + 1$. Por último, identificó los términos semejantes y los simplificó: $x^2 + 2x + 1$.

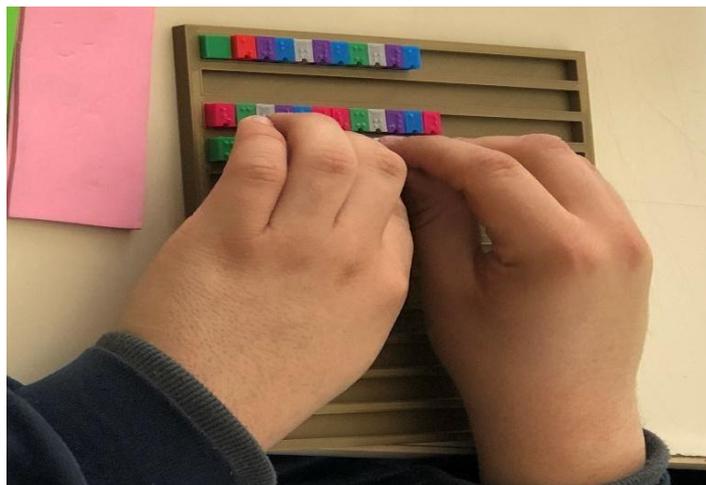


Figura 44. Leonardo desarrollando el cuadrado de la suma (Elaboración propia).

Leonardo concluyó la actividad tres, logrando los objetivos y aprendizajes esperados propuestos inicialmente, con demandas cognitivas de nivel medio alto; es decir, donde es necesario el desarrollo a mayor profundidad de niveles de comprensión del concepto del cuadrado de la suma y su demostración geométrica y algebraica, apoyado con el uso de materiales didácticos, por ende, se requiere un esfuerzo cognitivo mayor para lograr asociar las similitudes de ambas representaciones con procesos no generales.



Figura 45. Ambas representaciones de una expresión por Leonardo (Elaboración propia).

La actividad cuatro no fue posible aplicarla con Leonardo, se tenía contemplado aplicar las actividades en dos sesiones, pero por cuestiones ajenas a nuestra voluntad⁷ no fue posible concluir con las actividades de implementación, por lo tanto, no se lograron los objetivos ni las demandas cognitivas de esta actividad.

Pero a pesar de no haber concluido con la situación de aprendizaje se obtuvieron muy buenos resultados que permitieron observar el desempeño de los estudiantes con el material y la secuencia propuestos. Los estudiantes tuvieron acceso a materiales didácticos en los que se consideraron para su diseño sus habilidades y capacidades. Lograron adquirir conocimientos relacionados con elementos que sólo se trabajan de manera visual, trabajando de forma autónoma con sus demostraciones geométricas por medio de los mosaicos, manipulando de manera tangible, adquiriendo una nueva representación trabajada de forma visual, pero por en esta ocasión adquirida por medio de la vía háptica.

Debido a la similitud de patrones en la escritura, los estudiantes pudieron identificar los términos semejantes, así como los casos donde no los hubiera. Al simplificar

⁷ Es importante aclarar que la aplicación de esta investigación se realizó a principios del mes de marzo de este año en curso, pero se suspendió al iniciar el aislamiento derivado de la pandemia por COVID-19.

la expresión, uno de los estudiantes tomó el término completo junto y lo pasó al renglón en el que estaba colocando sus resultados.

En el binomio al cuadrado, los estudiantes ubicaron cada uno de los términos del binomio y posteriormente realizaron la multiplicación término a término y enseguida la simplificación de términos semejantes hasta obtener su resultado final.

Los estudiantes consultaban con frecuencia el ejercicio principal para poder operar cada uno de los términos. Esto evitó la saturación perceptiva de las expresiones algebraicas. Entre las ventajas que se observaron con el CA podemos mencionar: los estudiantes lograron resolver con mayor rapidez los problemas y ejercicios, les resultaba más cómodo trabajar en un solo espacio. Además, tener acceso a los problemas iniciales en primer plano y a cada uno de sus procedimientos planteados en los renglones de la base, facilitó sus operaciones sin saturación perceptiva ni memorística, es decir, lograron trabajar con tres registros de representación al mismo tiempo.

En la comparación de las evaluaciones iniciales con respecto a sus conocimientos previos y las evaluaciones finales acerca de lo aprendido en las sesiones de ambos estudiantes, que se pudieron realizar hasta donde se tuvo oportunidad de abarcar la situación de aprendizaje con apoyo de ambos materiales didácticos fue notorio que se observaron cambios conceptuales con respecto a polinomios, áreas y el cuadrado de la suma, donde eran capaces de señalar que los tres conceptos se pueden trabajar al mismo tiempo, representados de la misma forma.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

En este apartado se presentan las conclusiones a las que hemos llegado en este trabajo. Para ello, retomaremos el objetivo general planteado y los particulares. Asimismo, se plantean algunas recomendaciones didácticas a partir de lo observado para aquellos profesores que inician la tarea de atender la inclusión en sus aulas. Finalizamos con unas reflexiones en torno a lo que este trabajo deja en mí como docente.

Es notorio que la educación inclusiva no es aún una completa realidad, a pesar de haber sido decretada en la Conferencia Internacional de Educación en el 2008, no ha pasado de ser una Declaración mundial, hoy en día las aulas regulares con PDV distan mucho de una inclusión plena. Los estudiantes son integrados, mas no incluidos, es imperativa la inversión por parte del estado para la formación de recursos humanos, profesores y especialistas para la atención de la diversidad.

Es importante promover la inclusión educativa porque de esta manera se le brindan a todos los estudiantes las herramientas necesarias para lograr un aprendizaje equitativo y de calidad; por ende, es fundamental la inclusión al aula matemática y el acceso de los contenidos para todos, a partir de los mismos retos contar con oportunidades equitativas de manera que permitan la discusión y la participación en el aula. Cuando se tiene un estudiante con discapacidad visual en el aula se deben realizar los ajustes razonables necesarios para lograr que pueda adquirir los aprendizajes esperados señalados, en este caso los indicados en el plan de estudios de Bachillerato por la Secretaria de Educación Pública. Debido a que “en matemáticas todo concepto es transmisible por medio de la vía háptica” (Fernández, 2008, p. 149), fue notorio que es posible, los estudiantes fueron capaces de realizar una demostración del cuadrado del binomio de manera geométrica y algebraica, encontrando la relación de ambas representaciones, logrando transitar de una representación a otra no sólo de manera unilateral con apoyo del cubarín y el mosaico algebraico, considerados como materiales didáctico, uno adaptado (mosaicos algebraicos) y otro rediseñado dirigido para PDV (cubarín algebraico) atendiendo la escasez y costo de materiales didácticos para PDV, dirigido específicamente en el área de matemáticas de medio superior, donde es posible aplicarlo en nivel básico.

5.1 Retomando el planteamiento de la investigación

Se retoma el objetivo general de esta investigación: Proponer material didáctico concreto dirigido a estudiantes de bachillerato con discapacidad visual, que atienda las dificultades que se presentan respecto a la enseñanza y el aprendizaje de operaciones con polinomios. Se puede concluir que fue posible cumplir con tal objetivo al adaptar los mosaicos geométricos y el diseño del cubarín algebraico con mejoras y correcciones en el transcurso de la investigación, teniendo un producto final que es posible no sólo utilizar en bachillerato para polinomios, su uso se puede extender a secundaria con temas de ecuaciones y hasta primaria para temas relacionados con aritmética básica. Atendiendo de esta manera el poco material didáctico para matemáticas de nivel medio superior que hay dirigido para personas con discapacidad visual; además, el costo del material resultó no ser elevado en comparación con los materiales didácticos existentes.

En cuanto al cubarín algebraico fue posible observar que los objetivos para los que fue diseñado el material se cumplieron, podemos decir que el material funciona y es adecuado. Apoya al estudiante operativamente, hizo más fácil identificar y corregir errores, así como realizar un “borrador” de sus operaciones. En caso de que hubiera faltado añadir uno de los símbolos, se podían separar los cubos, colocar la pieza faltante y unirlos nuevamente, cuestión que a papel, regleta y punzón el estudiante no hubiera podido hacer, teniendo que reescribir. Además, no tenían que dar vuelta a la hoja de papel para revisar el ejercicio y para escribir el procedimiento.

En la versión final del diseño, con base en la implementación realizada, la información recolectada y las correcciones que se vieron necesarias, se añadieron dos nuevas piezas al material, uno es el símbolo multiplicación (\bullet) y una barra vertical separadora, que se coloca sobre la base y es posible deslizarla con facilidad, con el fin de que sea posible desarrollar el contenido de ecuaciones y pueda ser apoyado con este material, de esta manera los estudiantes podrán realizar sus operaciones por medio del cubarín, consultar qué términos quedaron de lado derecho y cuáles de lado izquierdo y posteriormente despejar la incógnita necesaria.

Es importante destacar que en un inicio se mencionó que se espera que tanto el profesor como los compañeros puedan realizar observaciones o correcciones sobre las operaciones del estudiante con DV en el cubarín sin necesidad de dominar el Braille, o bien, el estudiante con DV pueda compartir sus procedimientos en el cubarín con el resto de la clase, por ello se añadió tinta del carácter común que representa cada uno de los símbolos con los que cuenta el material.

Los cubos fueron almacenados en orden en un organizador, en cada uno de los compartimentos se indicó con carácter común y en Braille el símbolo contenido. Además, en la tapa se anexó una tabla que indica la notación en tinta y en Braille, como apoyo para

el profesor y estudiantes normovisuales en caso de alguna duda de la correspondencia de símbolo-carácter común.



Figura 46. Versión final del cubarín (Elaboración propia).

Como puede apreciarse, el diseño del material tuvo constantes correcciones y mejoras derivadas de la información previamente encontrada, la revisión del comité tutorial, la valoración de un profesor con más de 25 años de experiencia en educación a personas con discapacidad visual y la experimentación tangible de estudiantes ciegos, la cual describiremos a continuación.

Con el material es posible atender algunas dificultades que presentan las PDV en el aula escolar, específicamente en el aula matemática como, por ejemplo, las relacionadas con el diseño de estrategias dirigidas sólo para estudiantes sin discapacidad. Este material está diseñado para PDV pero no es de uso exclusivo para ellas, puede promover no sólo la sensibilización de los profesores y estudiantes normovisuales hacia los compañeros con alguna discapacidad, sino también interesarlos en aprender Braille.

Además, se atiende la dificultad en relación con polinomios en Álgebra, de la saturación perceptiva por la extensión de términos y la necesidad del cálculo mental que presentan las PDV, así como las limitantes propias del sistema instrumental (Mántica, Götte y Maso, 2014; Ochoviet y López, 2014; Fernández, 2008; Jiménez, Barreto y Funeme, 2013; Gözde, 2014). El cubarín algebraico permite que los estudiantes puedan realizar sus operaciones en un solo plano, lo que permite que el estudiante no memorice cada una de las expresiones ni los cálculos que debe realizar, este material agiliza el procedimiento que debe realizar el estudiante operando a regleta y punzón, puede consultar constantemente los problemas o ejercicios con los que está trabajando y realizar correcciones de ser necesarias sin tener que reescribir todo.

Otra de las dificultades que se atiende son las asociadas a los procesos de enseñanza (Socas, 1997), que tienen que ver con la institución escolar, con el currículo de matemáticas y con los métodos de enseñanza, principalmente con los métodos de enseñanza. Al proporcionarle al profesor una situación de aprendizaje que puede aplicar en un aula regular con algún estudiante con DV incluido, no sólo eso, sino también materiales didácticos que puede implementar con todo el grupo como lo son los mosaicos geométricos y el cubarín algebraico como apoyo para los estudiantes con DV. La institución y el profesor estarán promoviendo la participación activa por parte de todos sus estudiantes, realizando los ajustes razonables al currículo, para que esto sea posible.

Por último, se buscó atender las dificultades asociadas a las actitudes afectivas y emocionales, en relación con los sentimientos de tensión y miedo hacia las matemáticas que fueron influenciados por la actitud de los profesores de matemáticas hacia sus estudiantes, los estilos de enseñanza, las actitudes y creencias hacia las matemáticas que le son transmitidas (Socas, 1997). Se busca que los estudiantes haciendo uso de los materiales didácticos, presentándole las matemáticas de forma tangible y de manera más atractiva, en donde ellos tienen una participación activa, se promueve el trabajo colaborativo, la discusión entre pares, sea suficiente para que la actitud hacia el contenido no sea de rechazo por tender a ser aburridas y sin sentido para los estudiantes.

Es importante destacar, que se pudo observar y comprobar que los estudiantes con discapacidad visual no están dissociados a las mismas dificultades, errores y obstáculos que presentan los estudiantes sin discapacidad en álgebra, es decir, 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).

Con base en la pregunta de investigación acerca de ¿Qué características se deben contemplar para la creación, adaptación o rediseño de un material didáctico de manera que se promueva que el estudiante con discapacidad visual obtenga un tipo de aprendizaje en donde asocie la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en el proceso específicamente en álgebra? Se retoma la caracterización de materiales útiles diseñados para personas con discapacidad visual mencionadas en el Anexo 2, mismas que fueron consideradas para la elaboración del material como: que se trabaje por medio del tacto u oído, es decir, que no requiera obligatoriamente de la vista para poder manipularlo en este caso se trabaja por medio del tacto. Un tamaño adecuado, cómodo para trabajarlo en el mesabanco o mesa de trabajo y para trasladarlo, el material al tener las dimensiones similares de un libro o un cuaderno de trabajo, es fácil transportarlo en la mochila.

Resistente para una manipulación ruda por parte de los estudiantes, el material con el que fue impreso es PLA, bastante resistente y ecológico. Que tenga un costo accesible para la población, fue uno de los principales factores que se cuidó en la realización del material, la impresión de un juego completo de un cubarín algebraico es de \$800, con probabilidad que el costo disminuya si se solicitan más juegos. Sin demasiados distractores ni relieves, sólo se añadieron los relieves necesarios para su manipulación. Que fomenten los aprendizajes “correctos”, de ser posible que se puedan trabajar varios temas, el objetivo inicial de aprendizaje fue polinomios, con base a modificaciones y añadir elementos es posible trabajar ecuaciones, retirando algunas piezas se puede trabajar aritmética básica, el diseño en general se puede implementar para musicografía en Braille, español, química y más contenido.

Se pueda implementar en un aula regular con todos los estudiantes, es posible que los estudiantes sin discapacidad visual manipulen el cubarín algebraico por medio de la tinta en carácter común sobre cada una de las piezas en Braille, con el fin de que este material sea totalmente inclusivo. Considerar los casos particulares de la discapacidad visual (ceguera o baja visión), el material cuenta con el relieve en Braille del significado de cada una de las piezas para apoyar al estudiante ciego, y se añadió color para que sea de utilidad para los estudiantes con baja visión que logran percibir colores. Por último, que tenga un sustento en la investigación, que fue el objetivo del desarrollo y proceso de este documento

5.2 Recomendaciones para el profesor

Conforme se realizó la investigación fue notorio que hay pocas investigaciones acerca de cómo trabajar con estudiantes con discapacidad visual incluidos en un aula

regular. El siguiente apartado se presenta como un complemento del aporte de la investigación, se incluyen algunas recomendaciones a considerar para el profesor y/o autoridades que desean saber más acerca del tema, retomadas de diferentes lecturas y de la experiencia propia, tanto desde el voluntariado mencionado al inicio del trabajo como durante la experimentación del mismo.

Cardona, Arámbula y Vallarta (2016) realizan las siguientes recomendaciones para trabajar con estudiantes con discapacidad visual:

Los estudiantes con esta discapacidad no son capaces de imitar ciertos movimientos por lo que es necesario que en ejercicios que sea necesario realizar movimientos específicos al estudiante se le describa la posición que debe tener cada una de las partes del cuerpo a involucrar o que el estudiante sienta el movimiento que debe realizar.

Es fundamental el lugar en el que debe estar sentado el estudiante esto debe de ser al frente de la clase, en caso de que el estudiante tenga debilidad visual, de esta manera sea capaz de percibir lo que el profesor realiza o en caso de que el estudiante sea ciego le sea posible escuchar las indicaciones sin el menor distractor.

Es importante el uso de materiales lúdicos y concretos haciendo uso de sus sentidos compensatorios como el sentido del tacto y el oído, de esta manera será capaz de asimilarse las ideas que se esperan durante la clase, una manera de apoyar que el estudiante pueda adquirir el aprendizaje esperado haciendo uso de los diferentes tamaños, las texturas y el Braille.

Además, las autoras realizan indicaciones específicas en asignaturas como español y matemáticas, principalmente; darles tiempo extra a la resolución de actividades, es importante tener presente que los estudiantes con discapacidad visual tienden a demorar un poco más a realizar sus actividades, consecuencia del instrumental con el que cuenta y la complejidad de este.

Por último, implementar la motivación para que el estudiante desee participar y sea incluido en los equipos de trabajo. Uno de los mayores retos está en transformar las actitudes de los docentes, promoviendo la cooperación y apoyo y considerando las características diversas e individuales de los estudiantes.

Aunado a esto, como profesores de matemáticas debemos considerar algunas cuestiones de suma importancia, para una clase con algún estudiante con DV incluido, es importante mencionar que las matemáticas tienden a ser muy visuales y por ende, enseñarse de esta manera, es decir, los profesores se apoyan de recursos visuales para poder dar a conocer cierto contenido, por ejemplo, si el tema a tratar es de geometría el profesor dibujará algunas figuras geométricas, podría señalar los vértices, para lograr la inclusión de algún estudiante con DV se recomienda describir lo que se está realizando,

utilizando términos que permitan la ubicación espacial, tales como “en la parte superior derecha”, “en la parte inferior izquierda”, al centro, etc.,

Como señalaron Cardona, Arámbula y Vallarta (2016) es importante hacer uso de material didáctico, así como anticipar su elaboración, adaptación o rediseño para lograr ejemplificar algunas actividades que se vuelvan muy visuales y se dificulte formar parte de las discusiones y participación de clase, por ejemplo, las regletas Cuisinaire se pueden utilizar para contenidos de suma, resta, multiplicación y división de números racionales y enteros, así como, mínimo y máximo común divisor, también el uso de Geoplanos para contenidos relacionados con geometría como reconocer elementos básicos de polígonos, clasificación de figura, áreas, perímetros, simetría, etc.

Es fundamental considerar al momento de la planeación de la clase, que las actividades que se deben realizar tienen que ser relativamente cortas pero concisas, se debe considerar que los estudiantes con DV demoran un poco más de tiempo en realizar las actividades, por lo que la selección de actividades a trabajar en clase se deben elegir minuciosamente para que sea vean beneficiado toda la clase.

Es importante fomentar la tutoría entre pares, es decir, entre los mismos estudiantes asignarle un tutor o guía que será de apoyo tanto para el estudiante como para el profesor, de ser posible se trabaje en mesas de trabajo y no en mesabancos individuales, las mesas de trabajo promueven el trabajo colaborativo y la sensibilización.

Como dato para el profesor, el estudiante con discapacidad visual tiene a multiplicar de forma lineal, debido al instrumental con el que cuenta (regleta y punzón), a pesar de que puedan contar con material didáctico que apoye considerando el valor posicional de los números, los estudiantes siguen trabajando de forma lineal, les causa conflicto la forma que se multiplica en un aula regular, es decir, al realizar la siguiente multiplicación: 125×12 , en un aula regular inicialmente se multiplica 5×2 en el producto se coloca el 0 y se supone “que se lleva uno”, para los estudiantes con discapacidad visual esto no tiene sentido, por lo ya mencionado, les causa conflicto trabajando con su valor posicional de forma no lineal.

Por último, al momento de evaluar se recomienda dar un poco más de tiempo al estudiante, en caso de que el estudiante domine el uso de computadora la evaluación se le puede entregar en formato Word para que anexe sus respuestas y por medio de un lector de pantalla, por ejemplo Jaws, que es gratuito y compatible con los diferentes sistemas operativos o bien, todos los celulares en configuración cuentan con un apartado de accesibilidad que también funge como lector de pantalla (*talkback*) o de ser necesario con aumentativo de texto.

5.3 Ideas para futuras investigaciones

En este trabajo se ha indagado acerca de los estudiantes con discapacidad visual y los materiales didácticos que les pueden servir de apoyo en el aula matemática en su proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, al ser un campo de reciente creación en la Matemática Educativa aún falta mucho por hacer en este ámbito. Siguiendo la pauta de los resultados obtenidos y de la metodología implementada, se considera que existen aún amplias posibilidades para nuevas investigaciones. Por ello se presentan algunas sugerencias en las que hemos reflexionado a partir de esta investigación, como:

- ✚ El cubarín algebraico da paso a diseñar más símbolos, conservando la esencia y forma de trabajo, para materias como cálculo diferencial o integral; y no sólo en contenidos matemáticos, sino también para temas relacionados con la escritura y lectura del braille en niveles básicos, o bien, con símbolos de musicografía Braille.
- ✚ Es importante indagar de manera interdisciplinar acerca de los procesos de aprendizaje de las personas con discapacidad visual. A partir de este análisis y su explicación, desde diferentes perspectivas, se podrá ser más atinados en cuanto las metodologías y/o herramientas que se proponen para apoyar a estudiantes con esta discapacidad.
- ✚ Es fundamental seguir creando material didáctico dirigido a personas con discapacidad orientado al campo de las matemáticas de nivel medio superior y superior. Por ejemplo, un material que apoye a un estudiante a graficar de forma autónoma, que pueda interpretar características y demás información que pueda extraer del universo gráfico.
- ✚ Proponer manuales de actuación que incluyan técnicas, metodologías, manejo de grupo y herramientas que puedan ser de apoyo para el profesor de matemáticas, de forma concreta y concisa, para niveles diferentes desde el nivel básico hasta nivel superior. Aún cuando reconocemos que los estudiantes y sus formas de aprendizaje no pueden catalogarse exhaustivamente, creemos que compartir experiencias de enseñanza puede ser de utilidad para los profesores que reciben estudiantes con alguna discapacidad en sus aulas.
- ✚ Es preciso teorizar sobre el conocimiento matemático y la discapacidad visual. Comprender qué recursos utilizan los estudiantes con discapacidad visual para el desarrollo de su conocimiento matemático, explicar con base en la matemática educativa.

Se concluye este apartado invitando a los interesados en el ámbito educativo o más específicamente de la matemática educativa, a seguir indagando acerca de la inclusión

educativa en el aula matemática en los niveles medio superior y superior y aportar aún más conocimiento e investigaciones que funjan como base del trabajo y mejora de la educación inclusiva en el país.

5.4 Reflexión como docente

Inmiscuirme como docente y llegar a un Instituto para ciegos a dar clases como parte de mi servicio social me hizo darme cuenta de otra realidad a la que se enfrentan tanto los estudiantes como los profesores a cargo. En el caso del IPACIDEVI, se contaba con personal con especialización en educación especial, para en el nivel preescolar y primaria, pero en nivel secundaria y preparatoria hay una ruptura de este seguimiento porque los profesores a cargo eran especialistas en alguna de las materias que impartían pero no necesariamente en educación especial. Es decir, en los niveles superiores los profesores generalmente dominaban el contenido a enseñar, posiblemente contaban con experiencia en pedagogía pero no siempre contaban con experiencia específica hacia personas con discapacidad; entonces, los métodos y técnicas para enseñar a personas con discapacidad, los fueron adquiriendo con la experiencia, al paso de los años. Esta situación me permitió observar que esto es una realidad dentro y fuera del instituto, en cualquier otra escuela especial o regular, esto sucede.

Aunado a esta experiencia, se añaden la estancia realizadas en la Facultad de matemáticas en la Universidad Autónoma de Yucatán con la M.C. María Guadalupe Ordaz Arjona, que con gran conocimiento del tema como el que cuenta, me hizo observaciones al protocolo planteado, lo cual hizo aterrizar aún más el diseño de la investigación que se esperaba obtener.

Además, está la experiencia que se obtuvo en la estancia en el Centro de Atención Múltiple Luis Braille, con el Lic. José Humberto Matos Colonia. Esta experiencia me ayudó a ver puntos claves que aportaron mucho a mi investigación, pero también me dejó confirmar que es muy común en el país que exista educación especial para estudiantes con discapacidad y que generalmente ésta cubre el nivel básico o sólo el nivel primaria; sin embargo, a partir de estos niveles, generalmente hay un salto hacia la preparación para el trabajo, en este caso en la elaboración de piñatas.

Penosamente, considero que la sociedad, la escuela (como institución) o la familia aún no contemplamos la potencialidad de los estudiantes con discapacidad y ante ello, no se les suelen brindar los elementos suficientes para que puedan continuar con estudios de nivel medio superior, o incluso de nivel superior.

Es fundamental que los seguimientos longitudinales que se realizan en educación básica se extiendan hasta media superior y superior. Esto apoyará a los docentes y administrativos para brindarles una atención más especializada y de calidad por parte de las instituciones regulares. Además, de ser posible, se deben replicar los apoyos técnicos

pedagógicos en estos niveles, para poder apoyar a los profesores con su formación continua, brindándole apoyos técnicos, metodológicos y conceptuales por parte de especialistas, que garanticen la atención de calidad a la población escolar.

Por otro lado, a pesar de que la inclusión educativa hace 12 años fue declarada como obligatoria, el país lleva un retraso importante, los estudiantes con discapacidad están siendo sólo integrados, mas no incluidos. Una de las circunstancias observables es que están aceptando a los estudiantes para ingresar a escuelas regulares, pero a los maestros no se nos está capacitando; aunque se nos está imponiendo aceptarlos, no nos están dando las herramientas necesarias o al menos suficientes para darles atención de calidad a los estudiantes, en este caso con discapacidad.

Ésta es una situación preocupante, ya que no se nos sugiere qué metodologías utilizar según la discapacidad, qué métodos de evaluación son adecuados, la forma de manejar el grupo, qué problemas se pueden proponer, cómo tratarlos o incluso cuál es el lenguaje adecuado, realmente incluyente (por ejemplo, cuando se trata de un estudiante con trastorno del espectro autista). Sin esta guía, los profesores a cargo de grupos de hasta 45-50 estudiantes, en los que posiblemente se añada a algún estudiante con discapacidad, se nos exige que todos deben adquirir los aprendizajes esperados, atender cada una de las necesidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante, evaluarlos y además cumplir con las cuestiones administrativas.

En algunos casos habrá maestros que decidan no realizar cambios en sus clases, lo cual provocará que los estudiantes con discapacidad sean únicamente integrados a sus aulas. Sin embargo, también habrá profesores que se sensibilicen con la situación, tengan empatía hacia sus estudiantes, vocación y hasta cierto punto preocupación en caso de que vayan a tener algún estudiante con discapacidad en su clase (esto en el caso de que les avise, porque hay ocasiones en que a los profesores no se les notifica) y decidan buscar en su tiempo extraescolar, por voluntad propia, la asesoría e información extra que les pueda servir de ayuda para implementar en sus clases. Tristemente, es posible que cuando se haya cumplido el propósito de autocapacitación el estudiante ya haya egresado. Este proceso implica tiempo, tal vez hasta ir “sacrificando” estudiantes con el “prueba y error” porque en muchas ocasiones no actuamos con anticipación, sino hasta que ya estamos en la situación. Para acelerar un poco esta preparación, consideramos importante hacer este tipo de trabajos, enfocados a proponer, a experimentar, a compartir y aprender en comunidad, con los demás profesores.

El hecho de que los profesores tengamos que buscar cómo autocapacitarnos implica dedicar aún más tiempo del que nos exige oficialmente la profesión; sin embargo, es algo que se debe realizar, comprometernos como docentes. Si no lo hacemos, en las escuelas regulares donde generalmente no hay personal o especialistas que nos puedan asesorar o dar un acompañamiento no podremos ofrecer a los estudiantes una verdadera inclusión.

En mi opinión, debo decir que me parece innegable que no se invierte el suficiente recurso económico destinado hacia una educación de calidad, se tienen muchas exigencias al profesor pero hay poco apoyo por parte del sistema.

A pesar de todo esto, de que pareciera que los profesores nadamos contra corriente, cuando se observa y se comprueba que los estudiantes con discapacidad están aprendiendo a la par de sus demás compañeros, cuando puedes ver cómo aumenta su confianza dentro y fuera del aula, y se vuelven aún más autónomos, que llegan a considerar estudios de nivel superior, y en algunos casos logran ingresar, eso es algo muy gratificante que hacen que haya valido la pena todo...

REFERENCIAS

- Aguilar, A., Valapai, F., Gallegos, H., & Reyes, R. (2009). *Matemáticas Simplificadas*. México: Pearson Educación.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior -ANUIES-. (2006). *Manual para la Integración de personas con Discapacidad a las Instituciones de Educación Superior*. México: Secretaría de Educación Pública, SEP.
- Baldor, A. (2007). *Álgebra*. México: Grupo Editorial Patria.
- Barrio, I., González, J., Padín, L., Peral, P., Sánchez, I., & Tarín, E. (2000). El estudio de casos. En *Métodos de investigación educativa*. Universidad Autónoma de Madrid. 3º Magisterio Educación Especial. Disponible en: <https://nexosarquisucr.files.wordpress.com/2016/03/el-estudio-de-casos.pdf>
- Cardona, A. L., Arámbula, L. M., & Vallarta, G. M. (2016). *Estrategias de atención para las diferentes discapacidades, manual para padres y maestros*. México: Trillas.
- Castro, E. (2012). Dificultades en el aprendizaje del álgebra escolar. En A. Estepa, Á. Contreras, J. Deulofeu, M. C. Penalva, F. J. García, y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 75 - 94). Jaén: SEIEM.
- DISCAPNET. (s/f). *El alfabeto Braille* [Figura]. Recuperado de <https://url2.cl/tL52y>
- Desoete, A., y Praet, M., (2013). Inclusive Mathematics Education: the Value of a Computerized Look-ahead Approach in Kindergarten. A Randomized Controlled Study. *Transylvanian Journal of Psychology*. 103-119.
- Fernández, J. E. (2004). *Braille y matemática*. Madrid: ONCE.
- Fernández, J. E. (2008). *La enseñanza de la matemática a los ciegos*. Madrid: ONCE.
- Fuentes, C. (2017). Estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos algebraicos en estudiantes con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 7(1), 137-151.
- García, J. (2016). *Valoración de la agudeza visual* [Figura]. Recuperado de <https://url2.cl/KiWQI>
- Garrido, J. (2009). Diseño de investigación cualitativa en educación. *Apunte de consulta para asignatura Investigación de la práctica Educativa*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado en agosto del 2018 de: <https://url2.cl/jGa6s>.

- Gobierno de Zacatecas. (2017). *Compendio legislativo en materia de atención a personas con discapacidad*. Zacatecas: Instituto para la atención e inclusión de las personas con discapacidad.
- González, E. (2009). Evolución de la Educación Especial: del modelo del déficit al modelo de la Escuela Inclusiva. En *El largo camino hacia una educación inclusiva: la educación especial y social del siglo XIX a nuestros días: XV Coloquio de Historia de la Educación*. (pp. 429-440). Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Gözde, I. (2014). *Exploring the academic and social challenges of visually impaired students in learning high school mathematics*. (Tesis de pregrado no publicada). Bilkent University. Angora, Turquía.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI-. (2016). *La discapacidad en México, datos al 2014*. Recuperado en mayo de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI-. (2018). *Estadística a propósito del día internacional de las personas con discapacidad*. Recuperado en junio de 2020, de <https://url2.cl/7igaw>
- Jiménez, R., Barreto, D., & Funeme, F. (2013). Propuesta de un material didáctico para la enseñanza aprendizaje de polinomios para población con limitación visual. *Revista Científica*, 559-563.
- Kieran, C., & Filloy, E. (1989). El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica. *Enseñanza de las ciencias*, 7(3), 229-240.
- Kohanová, I. (2010). The ways of teaching mathematics to visually impaired students. *Integration*, 1(1), 1-14.
- Lauzurika, A., Dávila, P., & Naya, L. M. (2009). El derecho a la educación de las personas con discapacidad. Una aproximación desde América Latina, en los últimos quince años. *XV Coloquio de Historia de la Educación. El largo camino hacia una educación inclusiva. La educación especial y social del siglo XIX a nuestros días* (p. 147-160). Pamplona-Iruñea: Universidad Pública de Navarra.
- Lobato, X. (2001). *Diversidad y educación, la escuela inclusiva y el fortalecimiento como estrategia de cambio*. México: Paidós.
- Mamcasz, L. V., Rutz, S., Midori, E., y Sebastiao, C. (2016). An approach for the teaching of notable products in an inclusive class: the case of a student with visual disabilities. *European Journal of Special Education Research*, 867-879.
- Mántica A., Götte M., y Maso M. (2014). La enseñanza de la matemática a estudiantes ciegos y disminuidos visuales. El relato de una experiencia. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 27, 1023-1030.

- Martínez, G., & Martín, M. (2017). Caja aritmética mini. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 68-74.
- Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 20, 165-193.
- Morga, L. E. (2017). La educación inclusiva en México: una asignatura reprobada. *Revista Electrónica e Innovación Educativa*, 17-24.
- Núñez, J. M., Comboni, S., & Garnique, F. (2010). De la educación especial a la educación inclusiva. *Argumentos*, 41-83.
- Ochoviet, C., & López, A. B. (2014). Capacitación a docentes para enseñanza accesible de la matemática: una experiencia en Universidades de América Latina. *V Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR)* (pp. 67-72). Antigua Guatemala: Universidad Galileo.
- Organización Mundial de la Salud -OMS-. (2019). Ceguera y discapacidad visual. Recuperado 19 de mayo de 2019, de <https://www.who.int/es>
- Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE-. (2006). Características de la rotulación para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, 48-92.
- Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE-. (2019). *Centro de Tiflotecnología e Innovación de la ONCE* [Figura]. Recuperado de <https://url2.cl/Rx1Yx>
- Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE-. (2019). Concepto de ceguera y deficiencia visual. Recuperado 19 de mayo de 2019, de <https://www.once.es/>
- Rotary e-club de Puerto Rico y las Américas. (s/f). *Braille, ¿finalizará la conexión de puntos?* [Figura]. Recuperado de <https://url2.cl/fjxcZ>
- Ruano, R. M., Socas, M. M., & Palarea, M. M. (2008). Análisis y clasificación de errores cometidos por estudiantes de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en el álgebra. *PNA*, 2(2), 61-74.
- Secretaría de Educación Pública -SEP-. (2018). *Programa de Matemáticas I*. Recuperado de <https://url2.cl/p3bHX>
- Sakula, A. (1998). That the blind may read: the legacy of Valentin Haüy, Charles Barbier, Louis Braille and William Moon. *Journal of Medical Biography*, 21-27.
- Smith M., & Stein, M. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From Research to Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3, 344-350.
- Socas, M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Secundaria. *La educación matemática en la enseñanza secundaria*, 125-155. Barcelona: Horsori

Sullivan, M. (2006). *Álgebra y trigonometría*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.

Velasco, I., & Montes, E. (2013). Propuesta para la enseñanza del álgebra geométrica a estudiantes con discapacidad visual, a través de la adaptación de material inclusivo. En P. Perry (Ed.), *Memorias del 21º Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones* (p. 291-298). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Vygotski, L. S. (1997). *Fundamentos de la Defectología*. Obras escogidas V. España: Visor Dis.

Zimmermann, M. (2012). *Causas de pérdida visual en niños, análisis retrospectivo de 496 casos* [Figura]. Recuperado de <https://url2.cl/wFqFi>

ANEXOS

Anexo 1. Una mañana de trabajo en Puebla

Con miras a un trabajo en colaboración, la Dra. Carolina Carrillo García y dos de sus estudiantes, Itzel Hernández Nava y una servidora, fuimos invitadas por el Dr. Eric Flores Medrano a una reunión de trabajo denominada “Materiales para personas con discapacidad visual”. Ésta se llevó a cabo el jueves 6 de diciembre del 2018, aprovechando nuestra visita a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) en el marco de un evento que ahí se realizaba, la Escuela de Invierno en Matemática Educativa en su versión XXI.

Se consideró pertinente realizar un breve encuentro para discutir los trabajos que se estaban realizando con el foco común de diseño de materiales para personas con discapacidad visual. A esta reunión asistimos aproximadamente 13 participantes, en su mayoría estudiantes de la BUAP del Dr. Flores. El cronograma propuesto fue el siguiente:

10:00 Bienvenida y organización de las actividades.

10:10 Construcción conjunta de una caracterización ideal para el diseño de materiales.

10:25 Formación de pequeños grupos para la experimentación de 4 materiales diseñados (o en proceso). En los casos que se posible, se rotarán los grupos para que los materiales sean experimentados por un mayor número de personas.

11:00 Abram presenta su material en relación con la caracterización que construimos.

11:10 Evelyn presenta su material en relación con la caracterización que construimos.

11:20 Francisco Javier presenta el material (diseñado con otros colegas) en relación con la caracterización que construimos.

11:30 Nayeli presenta el material (diseñado con otros colegas) en relación con la caracterización que construimos.

11:40 Comentarios generales sobre otros diseños en curso, la caracterización previamente construida y propuestas de mejora.

11:50 Conclusiones y propuesta de colaboraciones.

12:00 Final de la sesión.

Dentro de las caracterizaciones iniciales propuestas, producto de esa mañana de trabajo, se obtuvo que para que un material didáctico sea útil para una persona con discapacidad visual se deben considerar las siguientes características:

- Que sea un material que se trabaje por medio del tacto u oído, es decir, que no requiera obligatoriamente de la vista para poder manipularlo,

- Tenga un tamaño adecuado, cómodo para trabajarlo en el mesabanco o mesa de trabajo y para trasladarlo,
- Sea resistente para una manipulación ruda por parte de los estudiantes,
- Que tenga un costo accesible para la población,
- Sin demasiados distractores ni relieves,
- Que fomenten los aprendizajes “correctos”,
- De ser posible, que se puedan trabajar varios temas con él,
- Se pueda implementar en un aula regular con todos los estudiantes, considerar los casos particulares de la discapacidad visual (ceguera o baja visión)
- Y, definitivamente, que tenga un sustento en la investigación.

Anexo 2. Estancia en el Centro de Atención Múltiple Luis Braille

Al finalizar el primer año de la maestría, realicé una estancia bajo la tutoría del director del Centro de Atención Múltiple (CAM) Luis Braille, el Lic. José Humberto Matos Colonia. Este CAM se encuentra en la Ciudad de Mérida, Yucatán y está ubicado en la calle 22, por 27 A S/N, Loma Bonita con C. P. 97205. Esta estancia fue realizada del 3 al 14 de junio del 2019, con un horario de 7:30 a 12:30.

A continuación, presento una de las observaciones más sobresalientes que se realizaron durante la estancia. Principalmente el CAM atiende a estudiantes de nivel preescolar, primaria y posteriormente preparación para el trabajo; esta última etapa se caracteriza por enseñar a los estudiantes un oficio, la elaboración de piñatas, mismas que son puestas a la venta por parte del CAM.

El CAM Luis Braille tiene 13 años en funcionamiento, atiende a alrededor de 86 estudiantes, en su mayoría con discapacidad visual, pero también atiende estudiantes con otras discapacidades como motriz, síndrome de Down, intelectual, autismo, auditiva, Síndrome de Asperger, Trastorno de Déficit de Atención o en algunos casos hay estudiantes con discapacidades múltiples. Cada grado del CAM (de 1° a 6°) cuenta con su propia aula; además se tiene un aula de intervención temprana, preparación para el trabajo, psicología, materiales didácticos, oficina destinada para la dirección, se cuenta con una biblioteca con ejemplares en Braille y carácter común, centro de cómputo, salón de música y comedor. Es importante mencionar que todos los salones son muy amplios y cuentan con material para trabajar.

Cuenta con un personal de 20 trabajadores, que realizan actividades como docentes, psicólogos, administración e intendencia. La mayoría de los docentes cuentan con licenciatura en educación primaria o en educación especial, con varios años de experiencia.

La mayor parte de los estudiantes que asisten al CAM son procedentes de comunidades aledañas a Mérida y de bajos recursos. En algunos casos deben trasladarse en las ambulancias pertenecientes a los municipios, las cuales tienen una hora destinada de salida y regreso, por lo que los padres de familia deben de apartar su lugar con anticipación para evitar que la ambulancia se llene y evitar que los estudiantes no puedan asistir a clase, derivado de ello. Algunas madres de familia deben despertar a las 3 am, debido a que las ambulancias salen a las 5 am hacia Mérida; debido al complicado traslado a la escuela, algunos niños sólo asisten dos o tres días a la semana.

Se observaron clases de preescolar en donde se tienen 13 estudiantes con diferentes discapacidades. Cada estudiante debe presentarse a clase con un acompañante, cuya función es apoyar al estudiante y al profesor para el desarrollo de las actividades. A este acompañante se le denomina "sombra", y suelen ser mamás, tías, abuelas o personas

contratadas para dicha labor. En las clases se realizan actividades con el fin de desarrollar el sentido del tacto y se acostumbra llevar a cabo las clases con música.

Se estuvo inicialmente bajo la dirección del Lic. En educación Primaria José, profesor a cargo del grupo de tercero de primaria, con 15 años de experiencia como docente y cinco años como profesor dentro del CAM, cabe destacar que el profesor es ciego total. El profesor José atiende a siete estudiantes; seis estudiantes ciegos y uno con baja visión, además tiene tres estudiantes que se encuentran en aulas regulares y acuden al CAM para actividades complementarias como orientación y movilidad, Braille o clases de música. El aula cuenta con máquinas Perkins para uso de cada uno de los estudiantes.

El profesor hizo énfasis en que los materiales como apoyo para la educación de las personas con discapacidad tienden a ser costosos y de difícil acceso. Mencionó, por ejemplo: una máquina Perkins \$30,000 y en su mayoría tienden a ser americanas, el ábaco Cramer \$650, la impresora en Braille tiene un costo de alrededor de \$60,000 y la calculadora parlante \$1,100.

Al CAM se les hace llegar por parte de la Secretaría de Educación Pública tomos de cada uno de los libros de las materias correspondientes, mismos que se encuentran en Braille y son asignados a los estudiantes con discapacidad visual. Por lo general, un libro en Braille es equivalente en volumen a alrededor de entre tres y cinco tomos de carácter común.

El CAM es apoyado por una Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular (USAER), una instancia técnico operativa de la Educación Especial, quienes proporcionan apoyos técnicos, metodológicos y conceptuales que garanticen una atención de calidad a la población escolar, específicamente a estudiantes con barreras para el aprendizaje o con discapacidad o aptitudes sobresalientes, brindando oportunidades para el aprendizaje. También en Mérida se encuentran los Asesores Técnicos Pedagógicos (ATP) en Educación Especial que son los encargados de la continua formación de profesores.

Los profesores comentan que antes se aceptaban tanto a estudiantes regulares como con discapacidad, se atendía a todos juntos de 8 a 12, posteriormente de 12 a 4 se quedaban los de educación especial y se les enseñaba abordaje social para que el estudiante fuera capaz de externar sus necesidades y pedir ayuda, estenografía, taquimecanografía, taller para vida diaria (combinación de ropa, manualidades y cocina), existía el taller de lavandería y música. Posteriormente, pasó a ser estrictamente un CAM y dejaron de aceptar a estudiantes sin discapacidad.

Esta estancia me sirvió para conocer otro panorama en otra región y comprobar que, a pesar de que tenía experiencia en torno a la educación de PDV en San Luis Potosí, no hay gran disparidad con Mérida, los estudiantes presentan dificultades y obstáculos similares, dentro y fuera del contexto escolar. Pude conocer el sistema con el que se trabaja en un Centro de Atención Múltiple y observar que cuentan con personal muy diverso y

preparado para brindar apoyo a las diferentes discapacidades que atienden. Considero fundamental que, si se piensa en una educación inclusiva, se replique en las escuelas regulares el sistema y contar con profesionales que puedan apoyar tanto a los estudiantes como a los profesores a cargo.

Conocí los materiales didácticos y de apoyo con los que trabajan sus estudiantes y esto me permitió ampliar más el panorama de lo que se tenía pensado para el diseño, algunas ideas y recomendaciones, para implementar y poner en práctica en el aula con estudiantes con DV.

Anexo 3. Constancia de estancia en el Centro de Atención Múltiple Luis Braille



SEGEY
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

CENTRO DE ATENCION MULTIPLE LUIS BRAILLE
ZONA ESCOLAR 002



Asunto: Constancia

Mérida, Yucatán. México. A 14 de junio de 2019

Lic. José Humberto Matos Colonia, director del Centro de Atención Múltiple Luis Braille, por medio de la presente hace constar que la

LME. EVELYN LIZBETH ESCALANTE CASTILLEJA,

Estudiante de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, realizó una Estancia de Investigación en las instalaciones del Centro de Atención Múltiple (CAM) Luis Braille, en la ciudad de Mérida, Yucatán, del día 3 al 14 de junio del presente año.

Entre las actividades realizadas estuvieron un recorrido y conocimiento de las instalaciones escolares del CAM, observación del trabajo de aula en los niveles preescolar y primaria, así como la participación y colaboración en las actividades realizadas con los alumnos.

Se expide la presente constancia para los fines que a la interesada convengan.

Atentamente

Lic. José Humberto Matos Colonia
Director del Centro de Atención Múltiple Luis Braille

GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATAN
SECRETARIA DE EDUCACION
DIRECCION DE EDUCACION ESPECIAL



CAM LUIS BRAILLE
CCT 31 DML 2015-0
MEX.

2019 Año de la lengua Maya en el Estado de Yucatán

Anexo 4. Constancia de estancia en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán



Asunto: Constancia

Mérida, Yucatán a 14 de junio de 2019

A quien corresponda

Por medio de la presente hago constar que la LME. Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja, estudiante de la Maestría en Matemática Educativa, de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, realizó una estancia de investigación en las instalaciones de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, del día 3 al 14 de junio del presente año.

Entre las actividades realizadas se encuentran las reuniones de trabajo conmigo, así como, exponer su proyecto de investigación en un seminario en el que participan estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática que realizan tesis en la línea de investigación Educación especial y matemática educativa, participación en todas las actividades de la 6a. Jornada en Educación Matemática, como parte de dichas jornadas, Evelyn impartió junto con su directora la Dra. Carolina Carrillo, el taller denominado "Materiales didácticos para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual. Una primera caracterización".

Atentamente

M. en C. María Gpe. Ordaz Arjona

Anexo 5. Actividades de la situación de aprendizaje

Actividad cero: Cuadro SA primera parte.

Propósito: Identificar los conocimientos previos de los estudiantes en relación con polinomios.

¿Qué es un polinomio?
¿Qué es un exponente?
¿Qué es un término?

Actividad uno: Primer encuentro con el material

Propósito: Que los estudiantes se familiaricen con los materiales.

Responde a las siguientes preguntas (se entrega el cubarín algebraico):

¿Qué características tienen (grosor, ancho, muescas)?

¿Qué símbolos representan los cubos del cubarín? (enlístalos)

Expresa las siguientes operaciones con ayuda del cubarín algebraico:

- $2 + 3$
- $5x$
- $-3x^2$

En binas respondan las siguientes preguntas (se entrega el mosaico algebraico):

¿Qué figuras geométricas identifican?

¿Qué texturas perciben?

¿Son del mismo grosor las figuras geométricas?

¿Qué características tienen los cuadrados (textura, tamaño y grosor)? ¿Todos los cuadrados son iguales? ¿Por qué?

¿Cómo se obtiene el área de los rectángulos y los cuadrados? Si el lado del cuadrado más grande es x , ¿cuál es su área? Con base en estos datos ¿cuál es el área del resto de las figuras (rectángulo y cuadrado pequeño)?

Actividad dos: A trabajar se ha dicho.

Propósito: Que los estudiantes representen distintas expresiones con ambos materiales.

Expresa lo siguiente con el cubarín y el mosaico:

$$x^2 + 2x + 1$$

Simplifica las siguientes expresiones haciendo uso del cubarín y posteriormente con el mosaico:

I. $x^2 + 3x + 1 + 2x^2 + x - 1$

II. $-3 + 3x^2 - 3x + 2 + x - 2x^2$

III. $4x + 3 - x^2 + 2 - 1$

Actividad Tres: ¿Qué similitudes hay?

Propósito: Que los estudiantes comparen los resultados obtenidos con ambos materiales.

1. ¿Cuál es el área de cada una de las figuras que se te entregó?
2. Forma un cuadrado con las figuras que se te entregaron. ¿Cuál es el área total de la figura? Simplifica el área total.
3. Expresa la siguiente multiplicación con ayuda de los mosaicos $(x+1)(x+1)$, ¿cómo obtener el área? ¿Cuál es el área de la figura completa?
4. Representa tu resultado con el cubarín.

Actividad Cuatro: Comprobación de lo aprendido

Propósito: Que los estudiantes perciban la generalidad de la representación algebraica en comparación de la representación geométrica con ayuda de los materiales.

1. Desarrolla la siguiente multiplicación con ayuda del cubarín $(x+3)(x+3)$, Comprueba con los mosaicos ¿Qué figura representa?
2. Desarrolla la siguiente multiplicación $(y+2)(y+2)$. Comprueba con los mosaicos ¿Es posible realizarlo? ¿Qué figura representa?
3. Resuelve la siguiente multiplicación $(z+1)(z+1)(z+1)$. ¿Es posible representarlo con los mosaicos? ¿Por qué?

Continuación de actividad cero: Cuadro SA segunda parte y cuadro de PNI.

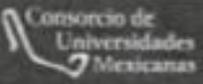
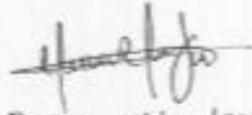
Propósito: Que los estudiantes realicen una autoevaluación de la actividad y expresen su opinión al respecto.

¿Qué aprendí de polinomios?

Cuadro PNI (Positivo, Negativo e Interesante) de la clase

Positivo	Negativo	Interesante

Anexo 6. Solicitud para implementación

		
		
U.A.Z. Unidad Académica de Matemáticas		
Jueves 13 de febrero de 2020		
ASUNTO: Permiso para validación de material		
<p>Lic. Maricarmen Macías Jasso Directora del Instituto para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI) PRESENTE</p>		
<p>Reciba un cordial saludo.</p> <p>Por medio de la presente solicito su anuencia para validar un material didáctico en situaciones de aula en el instituto que Ud. tiene a bien dirigir.</p> <p>La LME. Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja es estudiante del 4° semestre de la Maestría en Matemática Educativa de la Universidad Autónoma de Zacatecas, en la cual laboro. La licenciada Escalante está desarrollando bajo mi dirección una tesis con el objetivo de proponer un material didáctico concreto para la enseñanza de operaciones con polinomios, en el nivel bachillerato, a personas con discapacidad visual.</p> <p>En este momento cuenta con una secuencia didáctica, en versión preliminar, que necesitamos validar. Por lo que, solicitamos su apoyo para que pueda acceder a sus instalaciones y trabajar con 2 alumnos, una sesión de 2 horas con cada uno. En caso de acceder a esta solicitud, se implementará la secuencia con los estudiantes, de manera individual, dicha implementación deberá grabarse para fines de la investigación con la garantía de mantener el anonimato de los participantes, difuminando los rostros en caso de usar imágenes para evidencia de la experimentación, y tratar con ética la comunicación de los datos generados.</p> <p>Esperando contar con su aprobación, me despido poniéndome a sus órdenes para cualquier duda o comentario que a partir de la presente pudiera surgir.</p>		
Atentamente,		
		
Dra. Carolina Carrillo García Profesora Investigadora de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas		
		 Recibí 13/02/2020
<small>Carretera Solidaridad entronque Páez a la Bola Campus Universitario II, Zacatecas, Zacatecas, CP 98000 Teléfono y Fax: (492) 922-9975; Oficina del Director: (492) 925-6000 ext. 2571</small>		

Anexo 7. Entrevista a profesor con amplia experiencia con educación a personas con discapacidad visual

Entrevistadora: Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja

Entrevistado: Profesor Feliciano Ortega Villa

Int.: Intervención

Entrevistadora: Profesor muchísimas gracias por la disponibilidad a esta entrevista e iniciamos la entrevista. Me podría decir su nombre completo, por favor.

Entrevistado: Mi nombre es Feliciano Ortega Villa.

Entrevistadora: ¿Cuál es su profesión o formación académica?

Entrevistado: Yo soy psicólogo, tengo un diplomado en historia y tengo un posgrado en psicoterapia.

Entrevistadora: ¿Cuántos años tiene experiencia enseñando a personas con discapacidad visual?

Entrevistado: Más de 25 años...

Entrevistadora: ¿Sabe leer y escribir en braille?

Entrevistado: Sí.

Entrevistadora: ¿Actualmente cuantos estudiantes está atendiendo?

Entrevistado: Estoy atendiendo 16 en el turno matutino y 12 en el turno vespertino

(Se le presenta al profesor el cubarín algebraico, se le describen sus características: colores, tamaño, material, símbolos que contiene, la característica del cubo, el fin con el que fue hecho, la forma en que se ensamblan, la cantidad de piezas de cada símbolo y se le comenta que aún falta por añadir tinta a cada bloque).

Entrevistadora: ¿Usted considera que el tamaño de la base y de los bloques le parecen adecuados para la manipulación? ¿Piensa que el tamaño es adecuado?

Entrevistado: Sí, de hecho ha habido algunos otros modelos que más o menos manejan este tamaño.

Entrevistadora: ¿Usted cambiaría algo del tamaño o la forma de la base o de los cubos?

Entrevistado: No, pues de hecho éste es el tamaño que generalmente es el adecuado para realizar los procedimientos matemáticos, en el sentido de que algunas

operaciones a través de su desarrollo implican el estar utilizando bastante la repetición, el acomodo de las letras, de los números ¿verdad? Yo creo que es el pertinente.

Entrevistadora: ¿En cuanto al material con el que se realizó este tipo de material cree que está bien o sería conveniente utilizar algún otro tipo de material?

Entrevistado: Es un poco rígido y eso origina el cansancio para la manipulación. Hay un material tipo de goma, no es propiamente goma, es un material un poquito más flexible permite exactamente la misma función de este material, permitiría que el estudiante no se cansara tan rápido. O sea, porque estar tocando esta superficie le genera cierto cansancio.

Entrevistadora: Considerando los ejercicios que usted acostumbra plantear al enseñar conceptos matemáticos u operaciones matemáticas, ¿considera adecuada la cantidad de bloques por signo?

Entrevistado: Sí, sí. De hecho, sí.

Entrevistadora: ¿Considera que el cubarín algebraico puede ser útil para los estudiantes con discapacidad visual? ¿Por qué?

Entrevistado: Sí, desde luego que sí. Es una ayuda fundamental porque por las matemáticas son visuales, generalmente no puede darles las ideas del desarrollo de los ejercicios matemáticos apoyado con la signografía y necesariamente pues requiere un material de apoyo concreto que les permita ir teniendo la idea clara de qué es lo que se le está solicitando.

Int. Sin que tenga que memorizar todo el procedimiento.

Entrevistadora: Entonces ¿usted cree que este material se puede utilizar para normovisuales? ¿Por qué?

Entrevistado: Sí, desde luego y sería mucho muy benéfico porque podrían ellos tener esta la posibilidad de estar observando cuál es pues el desarrollo en sí de algún problema.

Int. Y también podría servir como para tener un acercamiento al Braille de que puedan aprender por medio de esto a saber la simbología braille.

Entrevistadora: ¿Cree que se puede utilizar para otro tema que no sea álgebra? ¿otro nivel educativo?

Entrevistado: Claro, en la aplicación de las ciencias, sobre todo en física y química, fórmulas, por ejemplo, donde se manejan los subíndices que generalmente aquí si usted le pregunta a cualquier maestro no le pueden orientar de cómo lo trabajan con los chicos, es un problema que se viene arrastrando. Te quiero comentar algo bien importante que hace

poco pues descubrí, a pesar de que ya tengo bastantes años trabajando aquí con los chicos muchas veces no dominan el algoritmo de las operaciones. El algoritmo es una serie de pasos ordenados que tienen ellos que ejecutar para que puedan resolver las operaciones, y entonces indagando cuál era la causa, y es que el Braille nos presenta una dificultad. Por ejemplo, en la multiplicación, así simple, si tú tienes una multiplicación y yo voy a multiplicar: una centena, una decena y una unidad por una decena y una unidad, es decir, en el multiplicador tienes 3 números y en el multiplicando dos números, cuando realizo la 1ª operación tú a pesar de que les indique “vas a tomar el del lado derecho y vas a ir realizando la operación, tú vas a anotar el resultado”, perfecto. Pero el problema es el siguiente paso, cuando tiene que multiplicar la decena, y entonces ellos para la escritura pues no tienen un referente real o sea todo es mental y todo es pues con otros mecanismos que no alcanzo todavía a distinguir ¿cómo le hacen para que le salga bien el resultado? porque en el papel no lo plasman, porque el mismo sistema braille no le permite. Es decir, por ejemplo, nosotros escribimos... vamos a suponer que el resultado de una multiplicación fuera 385, entonces queda el 5 en el lugar de las unidades, el 8 en el de las decenas y el 3 en el de las centenas, pero luego multiplicas otro número x , que corresponde a las decenas y entonces ¿el acomodo? Ellos como que no alcanzan a discriminar que se tienen que recorrer un espacio, o bien ¿cómo calcularle que coincida justamente en el lugar que le corresponde a la operación para que puedan efectuar la siguiente operación de suma?

Y hace poquito, no hace mucho, dije no puede ser o sea esto necesito compartirlo con alguien que nos podamos entender de cuál es la problemática que estos muchachos tienen.

Entrevistadora: ¿Entonces usted cree que esto podría ayudar un poco para subsanar esta problemática?

Entrevistado: Muchísimo, o sea, porque aquí quedarían plasmadas las operaciones, de los pasos y la secuencia. Ya se buscaría la manera de que ellos te puedan transpolar lo que están viendo gráficamente ¿verdad? la cuestión mental y a la cuestión de la elaboración.

Int. ¿Qué es lo que dice usted?, que no están muy acostumbrados a hacer porque se les dificulta, todo tienden a hacerlo mentalmente y entonces eso puede prestarse a errores ¿no?

Entrevistado: ...Que las cuentas no le coincidan, a la mayoría de los muchachos no le precisa un resultado de un ejercicio el que usted les ponga, de cualquier nivel o sea si, por ejemplo, tomas los de PREPANET y tomas los de Prepa abierta, toma a los de Secundaria, los de primaria. O sea, entonces como que necesitamos trabajar muchísimo, muchísimo en las formas de cómo desarrollar esa comprensión.

Entrevistadora: ¿Usted utilizaría este material en sus clases? ¿Le serviría?, ¿qué ventajas o desventajas considera que podría tener su uso?

Entrevistado: Sí, claro que sí. Pues las ventajas son muchísimas desde que quede organizada la operación, quede planteada y que, por ejemplo, se puede mostrar cuando hay alguna dificultad, hay algún error poder identificarlo rápidamente y no únicamente por uno que de manera visual lo puede hacer sino por ellos mismos que vayan revisando el paso en el cual representa la dificultad y poder identificar el error.

Int. Que a regla y punzón se vuelve un poco complicado detectar un error y no puede sobrescribir en lo mismo...

Entrevistado: Claro.

Entrevistadora: ¿Qué modificaciones usted recomendaría para futuras mejoras del cubarín? Aparte del que nos comenta, de que no sea tan rígido...

Entrevistado: Agregarle una pequeña línea, a lo mejor hacer las celdas un poquito más grandes, para tener la oportunidad de que no podamos colocar exponentes de otro tamaño y que ellos tengan la idea de qué es el exponente y cómo se está colocando.

Int. Como que vaya arriba como nosotros lo conocemos.

Entrevistado: Como ellos saben, vamos a elevar un número a una potencia y entonces ellos dicen si el 1, 6 y eso le está indicando que va a elevar y el signo numérico nos está diciendo que es un número y pues alguna de las letras del alfabeto pues es la potencia, pero muchas veces cuando tenemos este en línea, suponiendo lo que tengamos, no va a permitir saber si está en la parte superior que indica la potencia o si está en la parte inferior que indica el subíndice.

Se me ocurre dejar en la parte superior otra hendidura de tal manera que nos permita poner la potencia y el subíndice. Poder poner unas "barras" pero flexibles de tal manera que uno lo pueda mover, para hacer una separación... Por ejemplo, algo que esté elevado a alguna potencia para que el muchacho ciego y el que tiene debilidad visual profunda pueda precisar que está en y entonces como que sí necesita una división para que no vaya a elevar algo que no es. O a lo mejor también una especie de flechita movable, al ponerla indicar que ésta es la columna que corresponde a la operación.

Entrevistadora: En cuanto al mosaico algebraico ¿Considera que poder ser útil para los estudiantes?

Entrevistado: Sí, desde luego que sí.

Entrevistadora: ¿Le parece adecuado el tamaño de las figuras geométricas? ¿Por qué?

Entrevistado: Está bien el tamaño. Aunque se me hace un poquito grande...

Entrevistadora: ¿Considera adecuada la textura para representar los negativos?

Entrevistado: Está bien.

Entrevistadora: ¿En cuanto a observaciones generales tiene algún comentario u observación que quiera agregar respecto al diseño de enseñanza o los materiales implementados?

Entrevistado: Pues de hecho felicitarla, la verdad, porque han hecho muchos esfuerzos algunas dependencias de la universidad, algunas facultades con el propósito para apoyar a este sector de la población, pero a veces son proyectos muy personalistas. Por ejemplo, alguien dijo voy a hacer un compás que se me hizo muy extraordinario, pero no lo dejó, se lo llevó. Otra persona hizo una especie de cruz para la multiplicación que le daba los resultados y el chico lo podía manipular muy bien, pero era material metálico e implicaba bastante costo y pues también se lo llevó. Y supongo en el futuro también van a comercializarlo.

Felicitarle por el esfuerzo que estás haciendo en poder acercarle más atractiva la posibilidad de tener un material para la vida cotidiana, en la vida práctica como estudiante y eso es un proceso muy largo, de investigación, de esfuerzo y estar viendo dónde nos elaboran el material y el presupuesto. Una serie de factores que influyen tremendamente y por eso mis felicitaciones y pensar que puede ser un beneficio enorme para los chicos. Muy bien, te felicito por ese esfuerzo que pensaste en este sector de la población, porque no han vivido las necesidades que se viven en las escuelas. Es muy complejo trabajar con los muchachos... pero todo este esfuerzo va a tener su beneficio para los mismos procesos educativos y realizar una propuesta a nivel nacional, porque no hay material específico para trabajar matemáticas o álgebra, o bien concreto. Yo creo que sí cumple con los propósitos que se han establecido.

Entrevistadora: Le agradezco nuevamente su colaboración y su tiempo.

