

Fractales para la enseñanza de la geometría en las matemáticas: intervención desde el Aprendizaje Basado en Modelización Neurodidáctica

Laura Tamayo

Daniela Otero

Evelin Márquez¹

Emanuel Collado

Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México

Artículo de investigación

Aprobado: 24-05-2024

Resumen

La enseñanza de la geometría en el área de las matemáticas por medio de los fractales favorece el proceso neurocognitivo, las habilidades y competencias que conllevan a una educación integral, por medio de la implementación de estrategias dinámicas e innovadoras y a su vez fomentan la expresión y la creatividad haciendo de esta una ventana hacia las emociones que le permite aprender en un ambiente lúdico, amigable, divertido y fuera de lo que hasta hoy se maneja dentro de las aulas. El objetivo de la investigación fue implementar un Aprendizaje Basado en Modelización Neurodidáctica (ABMN) que busca actualizar estrategias nuevas y distintas para trabajar con los alumnos de la fase 2 (primero y segundo grado) de una manera

¹ Correo: evguten80@gmail.com

organizada, precisa que les permita adquirir aprendizajes significativos, duraderos y que los acompañe a lo largo de su proceso educativo. Metodológicamente la investigación fue mixta donde participaron 12 alumnos de la fase 2 (primer y segundo grado) de Educación primaria, se desarrolló una secuencia didáctica dividida en siete momentos que incluyen desde el área diagnóstica hasta la exposición del producto y la recolección de opiniones, resultados y comentarios de la comunidad educativa. Los resultados arrojaron que los alumnos tuvieron momentos de aprendizajes significativos en el área matemática analizando y aplicando el análisis de fractales con la ayuda del ámbito artístico. Se concluye que interconectar el ABMN y el arte promueve un aprendizaje efectivo y de calidad.

Palabras clave: Fractales, geometría, Aprendizaje Basado en Modelización Neurodidáctica, Neuroeducación, Arte y expresión.

Fractals for teaching geometry in mathematics: intervention from Neurodidactic Modeling-Based Learning

Abstract

The teaching of geometry in the area of mathematics through fractals favors the neurocognitive process, skills and competencies that lead to a comprehensive education, through the implementation of dynamic and innovative strategies and in turn encourage expression and creativity making this a window to the emotions that allows learning in a playful, friendly, fun and out of what until today is handled within the classroom. The objective of the research was to implement a Learning Based on Neurodidactic Modeling (ABMN) that seeks to update new and different strategies to work with students in phase 2 (first and second grade) in an organized and precise way that allows them to acquire significant and lasting learning and that accompanies them throughout their educational process. Methodologically, the research was mixed, with the participation of 12 students of phase 2 (first and second grade) of elementary education, a didactic sequence was developed, divided into seven moments that include from the diagnostic area to the exposition of the product and the collection of opinions, results and comments from the educational community. The results showed that the students had significant learning moments in the mathematical area by analyzing and applying fractal analysis with the help of the artistic field. It is concluded that interconnecting ABMN and art promotes effective and quality learning.

Key words: Fractals, geometry, Learning Based on Neurodidactic Modeling, Neuroeducation, Art and expression.

Fractais para o ensino de geometria em matemática: intervenção da aprendizagem baseada em modelagem neurodidática

Resumo

O ensino da geometria na área da matemática através dos fractais favorece o processo neurocognitivo, as habilidades e competências que levam a uma educação integral, através da implementação de estratégias dinâmicas e inovadoras e por sua vez incentivam a expressão e a criatividade tornando esta uma janela para as emoções que permite aprender de forma lúdica, amigável, divertida e fora do que até hoje é tratado dentro da sala de aula. O objetivo da pesquisa foi implementar a Aprendizagem Baseada em Modelagem Neurodidática (ABMN) que busca atualizar novas e diferentes estratégias para trabalhar com os alunos da fase 2 (primeiro e segundo graus) de forma organizada e precisa que lhes permita adquirir uma aprendizagem significativa e duradoura e que os acompanhe durante todo o seu processo educacional. Metodologicamente, a pesquisa foi mista, com a participação de 12 alunos da fase 2 (primeira e segunda séries) do ensino fundamental, e foi desenvolvida uma sequência didática dividida em sete momentos, que vão desde a área de diagnóstico até a apresentação do produto e a coleta de opiniões, resultados e comentários da comunidade educacional. Os resultados mostraram que os alunos tiveram momentos de aprendizagem significativa na área de matemática ao analisar e aplicar a análise fractal com o auxílio do campo artístico. Conclui-se que a interconexão entre ABMN e arte promove uma aprendizagem eficaz e de qualidade.

Palavras-chave: Fractais, geometria, Aprendizagem Baseada em Modelagem Neurodidática, Neuroeducação, Arte e expressão.

1. Introducción:

El proceso de aprendizaje y la enseñanza de la geometría en la educación primaria es de suma importancia, ya que busca que los alumnos desarrollen habilidades cognitivas que permitan relacionar formas, figuras y estructuras que observan en su vida

cotidiana y que, por medio del estudio de las mismas, potencialicen su razonamiento lógico en conjunto con la espacialidad. Permitiendo el entender el mundo en el que vive.

Dentro de la enseñanza de la geometría es importante el uso de métodos didácticos y artísticos, ya que ayuda a comprender conceptos abstractos de una manera más amigable, aumenta el interés y fomenta la creatividad de los alumnos hacia los conceptos geométricos básicos y a su vez les ayuda a desarrollar la capacidad de observación y análisis, estos aprendizajes los puede aplicar en otras curriculares o áreas y le ayuda a la resolución de problemas que se presentan en su entorno.

La práctica docente por medio de los fractales nos permite desarrollar en los alumnos el pensamiento crítico y abstracto y les da la oportunidad de aprender por medio de la experimentación interactiva esto fomenta un desarrollo integral para integrarse de forma efectiva a la sociedad. Es por esto, que es necesario implementar diferentes rutas constructivistas con cimientos neurodidácticos como la modelización;

“el concepto de modelo y la práctica de modelización, deben formar parte de la cultura disciplinar y conformar el habitus metodológico de las disciplinas científicas ya que varios estudios muestran la relación de la modelización con aspectos neurofuncionales; a juzgar por lo anterior, al enseñar modelización el docente debe considerar cómo se le debe enseñar al cerebro contemplando las estructuras altamente funcionales que juegan un papel importante en el aprendizaje como es el caso de la corteza prefrontal cerebral en el razonamiento lo cual sugiere rutas neuroeducativas”².

La importancia del ABMN en el proceso de enseñanza-aprendizaje ayuda al proceso de desarrollo de los alumnos ya que fomenta un aprendizaje personal que estimula la plasticidad cerebral e invita a los estudiantes a enfrentar problemas reales que se presentan en su entorno. Despierta la curiosidad y la creatividad e invita a los alumnos

² Reza y Guemez, 2024.

a desarrollar habilidades sociales como el trabajo en equipo, la investigación y la resolución de problemas.

El ABMN involucra a los alumnos activamente en su proceso de comprensión y que puede tener una consecuencia positiva en su desarrollo cognitivo, ya que estimula áreas del cerebro que están asociadas con el pensamiento espacial, este aprendizaje proporciona a los alumnos a manipular material tangible como figuras geométricas que puede fortalecer conexiones entre conceptos y representaciones que el alumno puede ubicar en su vida cotidiana.

Los alumnos de primer y segundo año muestran dificultad en la comprensión de temas relacionados con el campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico, espacio que involucra la enseñanza de la geometría; lo que demuestra en ellos poca retención de información y ocasiona situaciones disruptivas en el aula, al igual que se hacen notar conductas emocionales como la frustración. Percibiendo que sea un poco complejo que comprendan en su totalidad los temas y le den la importancia debida.

En este hilo conductor de ideas, nace el propósito de la presente investigación que es: construir una intervención neurodidáctica teórica-práctica sobre la enseñanza de la geometría en las matemáticas en la educación primaria, mediante el arte fractal bajo el esquema del ABMN, para disminuir las conductas disruptivas y permitir que los alumnos obtengan aprendizajes con sentido y significado en el Campo Formativo de Saberes y Pensamiento Científico y lenguajes.

2. Marco Teórico

Desde tiempos remotos existe una prevalencia en la didáctica de las matemáticas, que sean promovidas prácticas de enseñanza con énfasis en el estímulo-respuesta por medio de un condicionamiento operante, lo cual denota una fragilidad de no motivar

los estímulos cognitivos como el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y el pensamiento abstracto; a grandes rasgos la corriente psicopedagógica del conductismo es manifestada. Los estudiantes al ser dirigidos por esta corriente son convertidos en entes pasivos, mecanizados y repetitivos (García, 2014). No se toman en cuenta los problemas de aprendizaje de los educandos, donde puede haber un fracaso escolar del mismo, encontrando errores de mala adquisición del aprendizaje.

En este paradigma conductista, puede englobar en que el conocimiento es una técnica mecanizada de datos como proponía Thorndike³, se adquiere estableciendo asociaciones acordes a Skinner⁴, y es imprescindible la memorización y la evocación de la información almacenada según Gagné⁵.

En la teoría del asociacionismo en la cual se establece un Estímulo – Respuesta (E-R), se maneja una serie de repeticiones para obtener un mejor resultado y generar un cambio de conducta. Un ejemplo es desarrollar habilidades matemáticas para calcular unidades numéricas de forma gradual, hasta lograr el desarrollo de resultados en problemas complejos. Se pretende ubicar al alumno como ente pasivo de su aprendizaje, teniendo al docente como guía y apoyo; lo cual implicaría considerar la memorización de las matemáticas para el entendimiento de ellas y de sus procesos, a partir de ahí, se crearía un proceso de razonamiento netamente conductual, estimulando y ayudando a crear un método para completar cualquier problema de una naturaleza repetitiva.

Al perfilar en el campo matemático disciplinar, la enseñanza de la geometría ha consistido en que los alumnos memoricen cada una de las figuras geométricas que

³ Cruz, 2021.

⁴ Cáceres, 2021.

⁵ Hernández, 2023.

presente el docente, con sus características de estructura y fórmulas, con las que pueden obtener el área y perímetro; no obstante, este ha conducido a que los discentes no encuentren un sentido de valor en esto por no poder asociar con algo significativo en su contexto circundante y dar un uso en la vida diaria.

2.1 Enfoque cognitivo

Piaget expresó en su teoría del desarrollo cognitivo que el proceso intelectual se relaciona con el desarrollo biológico, en donde la cognición se desenvuelve desde la infancia hasta la adolescencia.

El desarrollo cognitivo según Jean Piaget es un proceso complejo en el cual los alumnos atraviesan por varias etapas cada una con características específicas y procesos complejos, organización y efectividad estas etapas representan una progresión cualitativa y de deducción lógica. Para alcanzar un aprendizaje cognitivo completo Piaget señala varios elementos necesarios, entre ellos la maduración estructural física la cual es la base en donde se construyen las habilidades cognitivas ya que el desarrollo del cerebro y el sistema nervioso influyen en la capacidad del procesamiento de la información y en la forma en que los alumnos perciben y entienden su entorno. Otro punto importante es la experimentación física con el entorno y la sociedad, ya que a medida que interactúan con su entorno y participan en actividades prácticas (como jugar, explorar y resolver problemas cotidianos) desarrollan competencias cognitivas como la resolución de problemas, la observación y la conclusión. otro elemento no menos importante para el aprendizaje es la construcción de esquemas mentales, la cual adquiere de la interacción con la comunidad educativa (docentes, padres de familia y compañeros) resumiendo el desarrollo cognitivo debe ser un equilibrio referente a la capacidad de los alumnos

para integrar nuevas experiencias y conocimientos y sus estructuras cognitivas existentes., lo cual le permitirá adaptarse de manera efectiva a su entorno, y también resolver problemas de manera creativa y eficiente.

El desarrollo lógico matemático nace del pensamiento abstracto reflexivo este no es observable ya que el educando construye su aprendizaje al relacionarlo desde lo fácil hasta lo más difícil, cumple también con la particularidad que este al ser adquirido el aprendizaje jamás se olvida ya que lo experimentado no viene con los objetos sino con lo que hizo con ellos. Partiendo que los conocimientos contienen ciertas características personales que lo vuelven diferente a los demás conocimientos.

2.2 Didáctica de las matemáticas según Jean Piaget.

La didáctica de las matemáticas, influenciadas por Jean Piaget y otros estudiosos de la pedagogía se enfoca en promover un aprendizaje significativo y contextualizado esto implica para el alumno aprender conceptos matemáticos básicos relacionándolos con situaciones de la vida real fomentando así la comprensión de su utilidad y relevancia, además enfatiza el aprendizaje basado en la resolución de problemas y el enfoque constructivista donde los alumnos construyen activamente su comprensión a través de la exploración y la experimentación.

2.3 Las matemáticas en la psicología cognitiva.

Se entiende como psicología cognitiva a los procesos y estructuras mentales de la memoria humana en donde están almacenados los conocimientos y en ellos puedan realizar alguna tarea designada. El enfoque cognitivo no obtiene conductas, sino que en ella hay leyes o procedimientos ordenados para generar una respuesta ante cualquier situación.

Para obtener un conocimiento matemático es necesario seguir un proceso ordenado

que logre obtener un resultado correcto. Las matemáticas a lo largo del tiempo han transitado de un enfoque disciplinar a los inter-transdisciplinar, la matemática no es el arte de calcular sino el de comprender. Para comprender resulta necesario observar, investigar, manipular..., estudiar y “aprender haciendo. “Antes de enseñar a medir y calcular, hay que aprender a ilusionarse, intuir, percibir, sentir y pensar”⁶.

Las matemáticas y el arte siempre han estado relacionadas por medio de características que sus obras poseen, como son: simetrías, proporciones y geometrías. El cubismo por ejemplo es la corriente plástica que busca retratar la descomposición de un objeto.

Mondrian, pintor matemático escribió El neoplasticismo tiene sus raíces en el cubismo y se le llama pintura abstracta real, ya que puede ser expresado por una realidad plástica en la pintura, al igual que la matemática, pero sin alcanzar como en ellas lo absoluto.

Kandinsky

Proponía las premisas de un arte, en que la imaginación del artista se sustituirá por una concepción matemática.

Pollock y su geometría fractal, sus obras contenían fractales en la que realizaba una densidad fractal parecida a la que solo la naturaleza es capaz de crear, pero él lo hacía con densos goteos tan perfectos y atractivos como lo hace la propia naturaleza.

Los fractales son objetos geométricos cuya estructura básica fragmentada irregular, se repite constantemente en diferentes escalas, el término es propuesto por Mandelbrot y es derivado del latín “fractus ” que significa quebrado o fracturado y son la parte más esencial de un todo”.

⁶ Bravo, 2021.

Una nueva curiosidad matemática que utilizamos en diversas partes del temario. Vistas anteriormente las diferencias sustanciales entre la dimensión dos y la dimensión tres, convencidos del abismo que se podía abrir entre ambas, les presentamos un nuevo objeto geométrico: una curva (que, por ser una línea, era unidimensional) que tenía la capacidad de rellenar el plano⁷.

En realidad, el término fractal fue acuñado en 1975 por el Dr. Benoit Mandelbrot, de la Universidad de Yale, a quien se considera el padre de la geometría fractal. Su trabajo, que mostraba diversas variantes del conjunto que hoy lleva su nombre, fue publicado el 26 de diciembre de 1980. La aparición de los fractales originó una geometría que puede describir el universo en perpetuo cambio. Según palabras de Mandelbrot: “acuñó el término fractal a partir del adjetivo latino fractus. El verbo latino correspondiente, fragere, significa “romper”: crear fragmentos irregulares... ¡qué apropiado para nuestras necesidades! ...que, además de “fragmentado” (como en fracción o refracción) fractus también signifique “irregular”, y que ambos sentidos se preserven en fractal”⁸.

Tomando esto en consideración y relacionándolo actualmente con el Plan y programa de estudios actual (2022) de la educación básica en México es considerado relevante, retomar que esta se conforma por cuatro campos formativos donde el arte forma parte fundamental y considera la integración curricular de manera interdisciplinaria, se problematiza con la realidad y se elaboran distintos proyectos, considerando la comunidad como núcleo integrador de los procesos de enseñanza aprendizaje; con

⁷ Experiencias de enseñanza con mosaicos, fractales y la banda de Moebius 2013). Pilar Hernando, Margarita Moya, Víctor J. Barrera y Julio oliva.

⁸ Fractales: Una nueva mirada en la enseñanza de la geometría. Oscar Sardella, Irene Zapico, Adriana Berio.

base en los elementos previamente descritos, es necesario realizar una intervención que desarrolle en los estudiantes un aprendizaje significativo dentro del campo de los Saberes y Pensamientos científicos y lenguajes para fortalecer las habilidades neurocognitivas dentro del aula.

El ABMN es un conjunto de estrategias que estimulan múltiples áreas del cerebro que facilita el aprendizaje y la retención de información. Las actividades como el dibujo, la pintura o la música mejoran la memoria, la concentración y la creatividad de los alumnos además de ayudarlos a procesar emociones y experiencias de manera enriquecedora y vivencial.

La integración del arte en la neurodidáctica, puede estimular múltiples áreas del cerebro, facilitando el aprendizaje y la retención de información; las actividades como el dibujo, la pintura o la música, pueden mejorar la memoria, la concentración y la creatividad de los estudiantes. Además, el arte, proporciona una forma de expresión que pueda ayudar a los alumnos a procesar emociones y experiencias, lo que contribuye a un ambiente de aprendizaje más enriquecedor y completo.

La neurodidáctica busca comprender cómo funciona el cerebro durante el proceso de aprendizaje para optimizar las estrategias educativas. El arte encaja perfectamente en este enfoque porque involucra diferentes áreas del cerebro, como la percepción visual y la auditiva, la coordinación motora y la emocionalidad. Al incorporar el arte en la enseñanza, los educadores, pueden aprovechar estas conexiones neuronales para mejorar la atención, la comprensión y la retención del contenido. Además, el arte promueve la exploración, la experimentación y el pensamiento crítico.

Metodología

El tipo de metodología con la que se llevará a cabo la investigación será de tipo mixta

*“Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como una integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio”⁹. Una de las maneras de abordar positivamente el tema central es diseñar una secuencia de actividades con matices de tipo cualitativo y cuantitativo, con el cual los educandos puedan apreciar en la impartición de la matemática el uso y aplicación de los fractales, para que encuentren su relación en la vida cotidiana. Por tales motivos, enfatizamos que *“si enseñar es ante todo producir aprendizaje, la brújula del docente debe señalar en todo momento al cómo se aprende”*.¹⁰*

3.1 Participantes

Se trabajó con una población de 12 estudiantes, de los cuales son 4 niños que corresponde al 33.33% y 8 son niñas que corresponde al 66.66% en edades de entre 7 y 8 años, que cursan primero y segundo grado pertenecientes a la fase 3, en la escuela privada primaria “Kay- bum”, localizada en la Alcaldía de Coyoacán en la Ciudad de México.

En primer grado se tienen 3 alumnas, de acuerdo con las observaciones realizadas dentro del aula y sus test de estilos de aprendizaje el 100% del grupo tienen un estilo de aprendizaje corporal-kinestésica.

En segundo grado existieron 9 alumnos, de acuerdo con las observaciones realizadas dentro del aula y con los resultados de su test de estilos de aprendizaje, el 60% tienen un estilo de aprendizaje corporal- kinestésica, y el 40% visual-espacial.

⁹ Hernández, 2021.

¹⁰ Bravo, 2021.

3.2 Características de la intervención docente

En el actual Plan y Programa de Estudio, la Secretaría de Educación Pública (SEP) establece los contenidos curriculares para la educación en los niveles de preescolar, primaria y secundaria. Específicamente durante la fase 3, que son primer y segundo de primaria, la cual se llevó a cabo mediante actividades que incluyeron, variedad de objetos de la vida diaria y su entorno, estos objetos pueden ser desde lo simple hasta lo complejo, diferenciando, las cualidades cada uno de ellos de acuerdo a su, tamaño, forma, estado físico o color.

Ver tabla 1 y 2

- a) Detección de estilos de aprendizaje
- b) Concepción de las figuras geométricas en su entorno (matemáticas)
- c) Estimulación positiva neurocognitiva
- d) Valoración/Estimación/Examinación de las emociones
- e) Establecer un rumbo de aprendizaje significativo de modelización (matemáticas)
- f) Diseñar, experimentar e implementar un modelo (matemáticas–figuras geométricas-arte-fractales)
- g) Validar logros (contenido, emociones, expresiones artísticas y fractales)

Tabla 1

Momentos de secuencia didáctica

<i>Actividad</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Metodología</i>	<i>Recursos</i>	<i>Evaluación</i>
<i>Detección de estilos de aprendizaje</i>	<i>Valorar la forma en que cada uno de los estudiantes asimilan la información y crean su propio aprendizaje</i>	<i>Aplicar cuestionarios y documentación de la reacción de los alumnos a través de material.</i>	<i>Aplicación de cuestionarios y guías de observación.</i>	<i>Interpretación de respuestas</i>

<p><i>Concepción de las figuras geométricas en su entorno (matemáticas)</i></p>	<p><i>Identificar conocimientos previos de figuras geométricas, fractales, arte y color.</i></p>	<p><i>Guías de observación y diseño de un método como herramienta innovadora que evite la monotonía que suele tener asignada por amplios lapsos de tiempos de trabajo en clase.</i></p> <p><i>Análisis de imágenes y discusiones grupales en plantas, artes y su entorno.</i></p>	<p><i>imágenes aplicación Baamboozle</i></p>	<p><i>Guías de observación y portafolio de evidencias.</i></p>
---	--	---	--	--

<p><i>Estimulación positiva neurocognitiva</i></p>	<p><i>Estimulación positiva neurocognitiva a través de la manipulación del material y creación de los colores durante el proceso de modelización.</i></p>	<p><i>Actividad sensorial y manejo de los colores primarios para la creación de los colores secundarios.</i></p>	<p><i>harina agua vinagre recipiente pala de madera pinturas acrílicas(polit ec)</i></p>	<p><i>creación del engrudo. participación y disposición para seguir instrucciones.</i></p>
<p><i>Valoración/Estimación/Examinación de las emociones</i></p>	<p><i>Identificar la reacción de los alumnos en base al manejo del material y el color examinando el agrado/desagrado y las emociones que en ellos genera.</i></p>	<p><i>expresión gráfica con la finalidad de conocer que tan agradable o no se desenvuelve en las actividades me gusta no me gusta me es</i></p>	<p><i>post-it cuestionario</i></p>	<p><i>Rúbrica de análisis cuantitativo</i></p>

		<i>indiferente.</i>		
<i>Establecer un rumbo de aprendizaje significativo de modelización (matemáticas)</i>	<i>Elaborar una composición artística que nos ayude a desarrollar competencias matemáticas a través de la geometría y los fractales.</i>	<i>proyecto: “Construyendo un árbol con fractales”</i>	<i>hojas de árboles foami silicon frio taparroscas papel craft</i>	<i>Elaboración de un follaje del árbol.</i>

<p><i>Diseñar, experimentar e implementar un modelo (matemáticas –figuras geométricas- arte-fractales)</i></p>	<p><i>Implementación del proyecto para desarrollar competencias matemáticas- geometría- espacialidad- elaboración de patrones.</i></p>	<p><i>Elaboración del engrudo con el cual se realizará diferentes gamas del color verde.</i></p> <p><i>Elaboración de su sello usando como base las hojas de árbol sobre foami y el taparrosca para la manipulación de él.</i></p> <p><i>Creación de la composición artística elaborando el follaje de cada una de las hojas que representan los</i></p>	<p><i>engrudo pintura papel craft pinturas</i></p>	<p><i>portafolio de evidencias.</i></p>
--	--	--	--	---

fractales.

<i>Validar logros (contenido, emociones, expresiones artísticas y fractales)</i>	<i>Evaluar el aprendizaje integral: contenido, emocional y expresión artística.</i>	<i>Exposición de la composición a la comunidad educativa.</i>	<i>Composición Artística.</i>	<i>indagación de opiniones de la composición por medio de los padres de familia.</i>
<i>Validar logros (contenido, emociones, expresiones artísticas y fractales)</i>	<i>Evaluar el aprendizaje integral: contenido, emocional y expresión artística.</i>	<i>Exposición de la composición a la comunidad educativa.</i>	<i>Composición Artística.</i>	<i>indagación de opiniones de la composición por medio de los padres de familia.</i>

Tabla 2

"Planeación"

Docentes: Fase: 3 1º "A" y 2º "A"		Proyecto: "Elaboración de un todo mediante fractales" Fecha de inicio: Fecha de término: Número de sesiones:	
Problemática del contexto:		Orientaciones didácticas	
Ejes articuladores: • Pensamiento crítico • Artes y experiencias estéticas	Campos formativos: Saberes y pensamiento científico	Contenidos: • Objetos del entorno: Características, propiedades, estados físicos y usos en la vida cotidiana. • Objetos del entorno: características, propiedades, estados físicos y usos de la vida cotidiana • Cuerpos geométricos y sus características • Figuras geométricas y sus características	Procesos de desarrollo de aprendizaje: • Observa, manipula y compara diversos objetos a partir de las características como: color, tamaño,color,textura, material de que están hechos (madera, vidrio,metal, plástico), entre otras, para clasificarlos con base en criterios propios o consensuados. • Explora y experimenta con diversos materiales para explicar sus propiedades: flexible (se puede doblar o no): ligero o pesado; textura; elástico (regresa o no a su forma original

		<p>después de haber sido estirado) y resistente (difícil o fácil de romper); los clasifica de acuerdo con ellas y argumenta sus resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Observa y manipula objetos de su entorno para identificar y describir líneas rectas o curvas, caras planas o curvas; los representa mediante diversos procedimientos ● Clasifica objetos de su entorno o cuerpos geométricos de acuerdo con distintos criterios (caras planas o curvas, caras iguales); los construye usando cajas, bloques o cubos.
Sesiones	Actividades y organización de los alumnos	Estrategias o instrumento de evaluación

<p>Momento 1 Identificamos</p>	<p>Inicio: Comenzaremos la sesión, mostrándole a los alumnos una serie de imágenes cotidianas, de distintos colores, las cuales tendrán implícitas distintas figuras geométricas conocidas para ellos.</p> <p>Desarrollo: Se les pedirá a los alumnos, que vayan Guía de observación categorizando de la forma que prefieran, ya sea por tamaño, forma o color.</p> <p>Cierre: Cada alumno, en plenaria, expresara las imágenes de su elección y se les pedirá que compartan cual fue el criterio para elegir sus imágenes, y el resto del grupo, expresará que tienen en común las imágenes que eligieron.</p>	<p>Guía de Observación</p>
------------------------------------	---	----------------------------

<p>Momento 2 Planificamos</p>	<p>Inicio: Conoceremos acerca de los colores y sus categorías: Primarios, secundarios y neutros) y cómo llegamos a crear los colores secundarios. Desarrollo: En el cuaderno trazaremos círculos ayudándonos de taparroschas, en la parte superior, trazaremos una serie de 3, y en la parte inferior de ellos en medio de cada circulo trazaremos otros 3, por último, trazaremos 2 círculos más en la última hilera. Cierre: Con colores de madera, pintaremos la primera hilera con los colores primarios, posteriormente mediante la combinación de los Guía de observación Cuaderno de los alumnos colores primarios, obtendremos los secundarios esto,</p>	<p>Guía de observación Cuaderno de los alumnos</p>
-----------------------------------	--	--

<p>Momento 3 Nos acercamos</p>	<p>Inicio: Con engrudo previamente preparado por el docente, iremos repartiendo en un envase plástico con tapadera, que se les pidió a los alumnos, para el desarrollo de esta actividad, conocerán su textura y se familiarizarán con él. Desarrollo: Con la ayuda de una cuchara de plástico y las pinturas acrílicas de colores primarios los alumnos, vaciarán gotas de pintura para dar color al material. Cierre: Cada uno combinará y mezclará homogéneamente, hasta conseguir que el engrudo, quede con un color de acuerdo a su preferencia. Nota: Este envase con el material ya listo se tapaná y se resguardará en refrigeración para la próxima sesión en donde se trabajará con él.</p>	<p>Guía de observación Material preparado para la aplicación</p>
--	---	--

<p>Momento 4 Vamos y volvemos</p>	<p>Inicio: Utilizaremos una hoja de árbol fresca que previamente se les pidió a los alumnos, la cual, con pegamento blanco, Guía de observación Sello para trabajar pegarán sobre un pedazo de fomi y recortarán tratando de conservar su forma original. Desarrollo: Una vez que haya secado un poco, de lado del fomi, pegaremos un taparrosca que servirá para manejar el sello. Cierre: Daremos una capa de pegamento blanco, de lado de la hoja, para conservar su forma y evitar que se seque y se rompa.</p>	<p>Guía de observación</p>
---	---	----------------------------

<p>Momento 5 Integramos</p>	<p>Inicio: Sobre papel Kraft, el docente, pintará el troco de un árbol previamente, y se pegará a modo de que los alumnos alcancen la parte que será el follaje del mismo, calculando la altura y el ancho de dicho papel, para que todos los alumnos participen más de una vez. Desarrollo: Con el engrudo previamente preparado y pintado y el sello que elaboramos, los alumnos utilizarán el papel como soporte, el sello como herramienta y el engrudo como técnica, irán pasando uno a uno a plasmar su sello 10 veces eligiendo distintos espacios, respetando los espacios que ya ocuparon sus compañeros, pero tratando de no dejar vacíos en la parte superior del papel para ir creando el follaje del árbol. Cierre: El docente irá calculando y repitiendo el procedimiento, hasta alcanzar armonía y equilibrio en la cantidad y en los colores que los alumnos vayan plasmando Nota: No debemos perder de vista, que cada uno de los alumnos, pinto el engrudo, en distintos colores y tonalidades, de acuerdo a su criterio y preferencia</p>	<p>Guía de observación Composición como evidencia</p>
---------------------------------	---	---

Momento 6 Difundimos	<p>Inicio: Se expondrá el trabajo de los alumnos de 1º y 2º año, en algún espacio en la escuela que sea visible para toda la comunidad.</p> <p>Desarrollo: Se invitará a la comunidad educativa a visitar la exposición del trabajo que los alumnos elaboraron.</p> <p>Cierre: Por turnos, se les pedirá a los alumnos que expliquen a sus compañeros la forma en que elaboraron el proyecto, y que expliquen la relación de plasmar las hojas, que son fractales, para la elaboración del árbol que representa un todo, y el cómo cada objeto que le rodea está integrado de la misma manera, mediante fractales.</p>	Guía de observación Composición como evidencia
Recursos: Cuaderno de saberes y pensamiento científico, engrudo, colores de madera, taparrosas, colores de madera, lápiz, tijeras, pegamento, fomi, pintura acrílica en colores primarios, papel Kraft, hojas de árbol frescas		
Criterios de evaluación: Los alumnos identifican que los objetos de su entorno están compuestos por elementos básicos (fractales), que se repiten una y otra vez en diferentes o igual escala		
Flexibilidad curricular:		
Observaciones:		

3.3 Instrumento y recolección de datos

Para la recolección de datos del primer momento detección de estilos de aprendizaje se tomó en cuenta un test que se les aplicó a inicio de ciclo escolar., *“el test es, en efecto, un reactivo que en efecto revela y da testimonio*

*de la índole o grado de su instrucción, aptitud o manera de ser*¹¹. El test nos ayudó a reconocer cuales eran los tipos de aprendizajes que tenían cada alumno.

Para los siguientes momentos se utilizó una observación directa, según Tamayo¹² la observación directa *“es aquella en la que el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”*, para poder recolectar información y datos en cada actividad que realizaban tomando en cuenta emociones, expresiones, actitudes y también lo que comentaban de las actividades. La observación es un elemento importante dentro de esta investigación, ya que en ella nos apoyamos para obtener la mayor cantidad de información.

3.3 Análisis de datos

La interpretación de los datos fue concebida desde una metodología mixta, en primer plano se trabajó con La metodología cuantitativa que se de acuerdo a Tamayo¹³ *“se utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”*. Se aplicó un test y su interpretación fue representada por medio de una gráfica de pastel en donde se muestran cuáles son los porcentajes de los estilos de enseñanza de los dos grupos.

Se trabajó con la metodología cualitativa, de acuerdo con Quecedo¹⁴ son aquellos *métodos con los que se estudia a las personas influyen en cómo se las*

¹¹ Yela, 1987.

¹² Tamayo, 2007, pág. 193.

¹³ Tamayo, 2007.

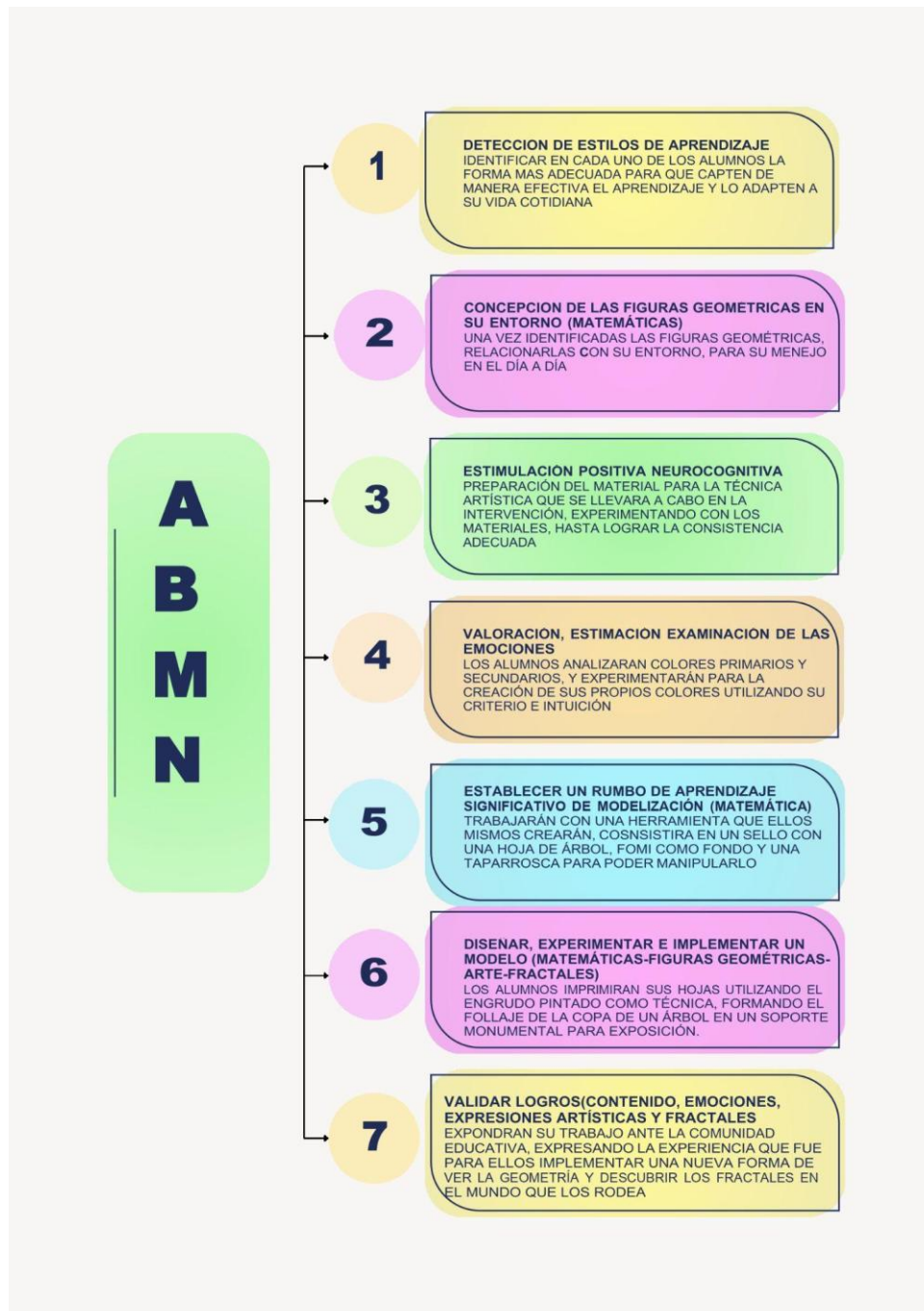
¹⁴ Quecedo, 2000.

ve. Si reducimos las palabras y los actos a ecuaciones estadísticas, se pierde el aspecto humano. El estudio cualitativo permite conocer el aspecto personal, la vida interior, las perspectivas, creencias, conceptos..., éxitos y fracasos, la lucha moral, los esfuerzos...” Bajo este argumento de trabajo se realizó una observación directa en donde se participó activamente con los alumnos y se transcribieron los resultados significativos de las observaciones que puedan aportar a los objetivos de este artículo.

4. Resultados

Los resultados se exponen mediante siete momentos (*ver tabla 1*) en la intervención didáctica, entre los alumnos hubo una notoria aceptación a lo largo de las actividades que se desarrollaron.

Figura 1. momentos de la secuencia didáctica



1. Detección de estilos de aprendizaje

Se les aplicó un test (*Anexo 1*) a los grupos de primero y segundo grado para la detección de la manera óptima para el proceso de aprendizaje, y encontramos que en primer grado en donde se encuentran 3 alumnas, de acuerdo con las observaciones realizadas dentro del aula y sus test de estilos de aprendizaje el 100% del grupo tienen un estilo de aprendizaje corporal-kinestésica. (*gráfica 1*).

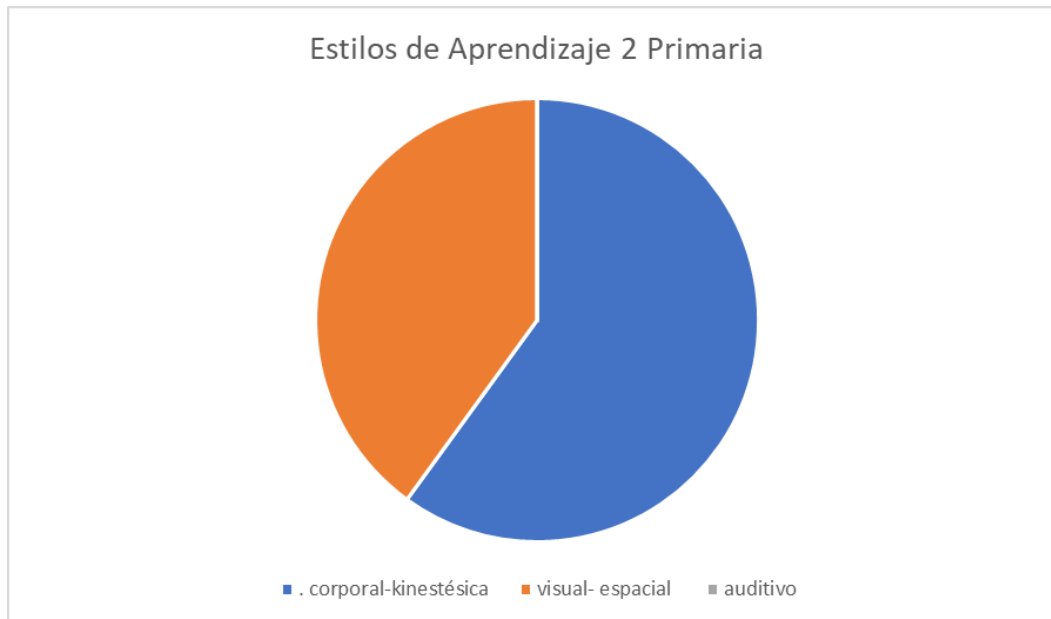
En segundo grado en donde se encuentran 9 alumnos, de acuerdo con las observaciones realizadas dentro del aula y con los resultados de su test sobre los estilos de aprendizaje, el 60% tienen un estilo de aprendizaje corporal- kinestésica, y el 40% visual-espacial.

Estos resultados fueron acompañados de una guía de observación de la maestra titular a lo largo del ciclo escolar en donde mediante las actividades que se realizaba pudo descubrir cuál es la forma de aprendizaje de los alumnos y desarrollar sus habilidades.

Gráfica 1



Gráfica 2

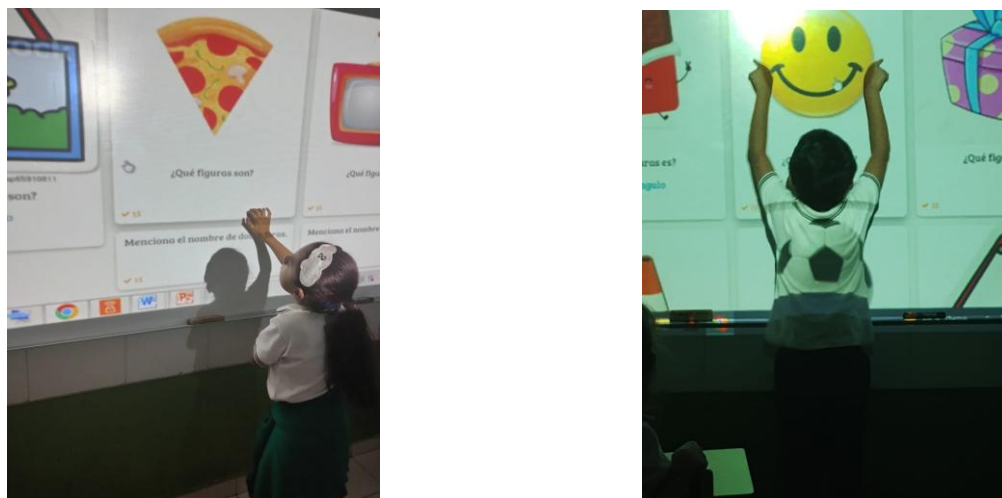


2. Concepción de las figuras geométricas en su entorno (matemáticas)

Durante este momento, a los alumnos se les presentaron actividades en la aplicación *Baamboozle* en donde tenían que reconocer las figuras geométricas, colores y tener la oportunidad de acomodar las figuras para también trabajar secuencias, cabe mencionar que los alumnos desde la fase 2 (preescolar), se empiezan a familiarizar e integrar las figuras geométricas en sus actividades cotidianas y a relacionarlas con su entorno entonces pudieron clasificarlas, reconocer sus características. (véase la figura 2).

En este momento es para conocer los aprendizajes previos de los alumnos y poder vincularlo con los siguientes momentos de la secuencia didáctica.

Figura 2 - Concepción de las figuras geométricas en su entorno (matemáticas).



3. Estimulación positiva neurocognitiva

En este momento los alumnos trabajaron con diferentes insumos, tales como harina, agua, vinagre, un recipiente, una pala de madera y pinturas acrílicas para realizar un engrudo, cabe mencionar que durante esta actividad los alumnos se mostraron motivados y sorprendidos durante el procedimiento en donde también trabajaron en equipo con sus compañeros.

Ninguno de los alumnos tenía conocimientos previos sobre cómo realizar engrudo, así que fue una experiencia nueva para ellos, en la cual todos participaron.

Antes de pintar el engrudo combinando los colores primarios (rojo, azul, amarillo) experimentaron con pinturas digitales y una hoja blanca en donde se les dio la libertad de hacer las combinaciones de colores que ellos quisieran. (figura 3).

Figura 3. Estimulación positiva neurocognitiva



4. Valoración/Estimación/Examinación de las emociones

En este momento y posterior a la actividad de combinación de colores, individualmente eligieron pintar su engrudo con los colores que ellos eligieron para tener diferentes tonos de verde, descubriendo cuales eran de su preferencia, se les invitó a que experimentaran hasta llegar al que era de su gusto y con el que se pudieran identificar, también que expresara lo que en ese momento sentían.

Es importante resaltar que durante esta actividad los alumnos externaron la emoción de crear su propio color y de tener la libertad de experimentar con las pinturas, algunos alumnos empezaron a ponerles nombres al color nuevo que habían creado.

Figura 4. Combinación de colores



5. Establecer un rumbo de aprendizaje significativo de modelización (matemáticas)

En este momento se les pidió una hoja de árbol, dándoles la libertad de elegir la que ellos quisieran y la puedan mostrar a sus compañeros. Cada uno diseñó el sello con el color de foami de color que ellos quisieron.

Cabe destacar que, al terminar esta actividad, con la retacería de foami que sobró quisieron realizar una figura con todos los pedazos, realizaron diferentes figuras las cuales les permitió explorar su lado creativo. (Figura 5).

Figura 5. Establecer un rumbo de aprendizaje significativo de modelización (matemáticas)



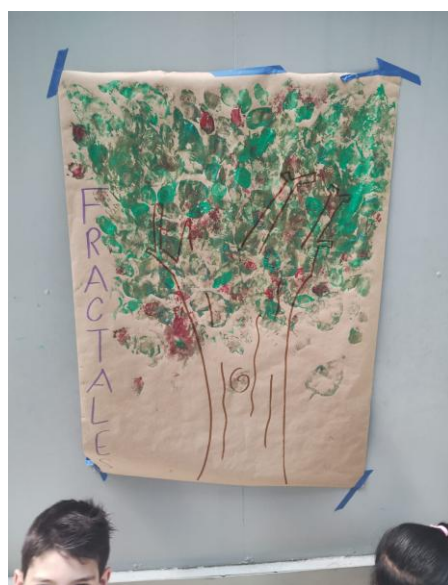
6. Diseñar, experimentar e implementar un modelo (matemáticas- figuras geométricas-arte-fractales)

En este momento se les explicó a los alumnos que iba a concluir el proyecto con el que usarían el sello, el engrudo pintado y todo lo que habían visto en las actividades anteriores, bajamos al patio por lo cual estaban muy emocionados ya que hay días en los que no tienen la posibilidad de realizar actividades fuera del aula.

Empezaron a llenar el tronco con los sellos que cada uno realizó, poco a poco empezaron a completar el árbol con sus hojas, cabe destacar que en este penúltimo momento externaron su sorpresa de cómo se iba formando la figura de un árbol y se sentían especiales porque todos estaban trabajando juntos y que estaban siendo parte

de la actividad. (figura 6).

Figura 6. Diseñar, experimentar e implementar un modelo (matemáticas-figuras geométricas-arte-fractales)



Validar logros (contenido, emociones, expresiones artísticas y fractales)

La comunidad educativa en general se sintió satisfecha al exponer el trabajo de los alumnos en donde pudieron expresar su creatividad. Los padres de familia manifestaron la importancia de la implementación de estrategias artísticas relacionadas con los campos formativos de cada fase.

En evidencia se muestran algunos comentarios de los padres y madres de familia que acudieron a la exposición.

Madre de familia 1: *Me parece muy importante que los niños trabajen con pinturas y puedan aprender de una manera divertida.*

Familiar de la alumna 2: *Mi hermana estaba muy emocionada de presentar una “obra de arte” como ella lo mencionó y me sorprendió que esta misma obra se ligara a un tema de matemáticas.*

Madre de familia 3: *La geometría fue un tema muy complicado para mi hijo mayor, me alegra saber que mi hija la está aprendiendo de una forma más sencilla y diferente.*

También algunos comentarios de alumnos y alumnas:

Alumno 1: *me gusta mucho pintar y experimentar con los colores, quiero que en todas las clases podamos trabajar así.*

Alumna 3: *Se me hizo más fácil aprender las figuras con los juegos en la pantalla y me gusto que pudimos trabajar en el patio con las pinturas.*

alumno 4: *me gusta cuando jugamos a ser artistas.*

5. Discusión

En el primer momento se buscó conocer los caracteres y formas de aprendizaje de los alumnos con el fin de encontrar las estrategias didácticas más efectivas para

cada uno de ellos. Antiguamente la educación no era personalizada como hoy día se busca dentro del Nuevo Plan de estudios 2022 resaltando la inclusión y tomando en cuenta el entorno y circunstancias de cada alumno. Esta forma de trabajo les permitió a los alumnos conocer, analizar y aplicar el aprendizaje de las figuras geométricas integrando este conocimiento en su vida diaria. Se buscó recuperar aprendizajes previos para desarrollar en ellos habilidades del pensamiento lógico e intuiciones espaciales, todo esto les ayuda a aprender a identificar, describir, comparar y clasificar, estas sin duda son herramientas importantes para su desarrollo integral.

Todas estas habilidades son reforzadas gracias a la estimulación neurocognitiva que desarrollamos en la intervención, los alumnos se sintieron libres, se les dio la oportunidad de seguir su intuición, para realizar un acto creativo en el cual iba implícito la enseñanza mediante fractales, con materiales artísticos que son familiares para ellos, en un ejercicio tan básico y parecido a lo que se hace en preescolar mediante la pintura digital.

Butterworth y Dehaene¹⁵, afirman que las personas humanas nacemos con un módulo numérico que la escuela se encarga de obstaculizar. Aconsejan a la enseñanza de la Matemática el desarrollo del razonamiento intuitivo, la manipulación de materiales y el carácter lúdico de las actividades, para interactuar con la mente del sujeto¹⁶.

Los fractales por su característica matemática dan la posibilidad de trabajar composiciones de forma más precisa, son elementos que se pueden introducir en cualquier ámbito y que permiten un mayor entendimiento sobre cualquier área de aprendizaje y permiten el desarrollo de habilidades que posibilitan la resolución de problemas en su vida cotidiana.

Son pocas las investigaciones e intervenciones por medio de fractales, pero sin duda alguna la modelización neurodidáctica por medio de los fractales resulta además de

¹⁵ Butterworth, 1999 y Dehaene, 1997.

¹⁶ Bravo, 2019.

una gran herramienta de enseñanza, una experiencia divertida, constructiva y enriquecedora para los estudiantes dentro de la educación básica actual.

6. Conclusiones

Es innegable que una de las barreras para la enseñanza y el entendimiento de las matemáticas específicamente la geometría, es la falta de entendimiento por parte de los estudiandos, desde su papel, hasta los docentes, que cuentan con una carencia en la impartición, debido a una falta de actualización en las estrategias e innovación en cuanto a materiales y métodos. El arte sin duda puede darles una nueva perspectiva en el aprendizaje matemático, ya que la manipulación de distintos materiales concretos, los ayuda a desarrollar la coordinación motriz fina y gruesa y de forma paralela estimula el área neurocognitiva.

No olvidemos que la base de la educación preescolar (que es la que soporta las siguientes etapas) contempla el manejo de material artístico como herramienta de experimentación que da inicio al proceso de aprendizaje, al término de esta etapa en todo lo que es educación primaria los alumnos no vuelven a trabajar bajo este principio y sería de suma importancia retomarlo e integrarlo para que el aprendizaje significativo se de una manera natural, empírica y significativa.

Es importante mencionar que dentro la comunidad educativa se ha dejado de lado el ámbito artístico como estrategia de enseñanza, dentro de los programas institucionales y de existir toma un carácter antagónico.

“Es oportuno tener presente que al realizar el ABM, se deben de conocer las definiciones conceptuales y el objetivo de realizar un modelo, disponer experiencia para su ejecución, elegir el lenguaje científico acorde al nivel escolar o académico, reconocer los procesos mentales creativos¹⁷, construir el modelo y expresarlo de diversas maneras (físicas, digitales, verbales, visuales, etc.), ponerlo a prueba, analizar los resultados, y divulgar la información obtenida mediante diversos

¹⁷ Tamayo, 2013.

canales¹⁸; en pocas palabras, la mediación pedagógica del ABM debe de responder a los nuevos escenarios educativos tecnocientíficos globalizados por medio de la neuroeducación¹⁹.

Durante el proceso de la modelización se tomaron en cuenta las distintas características de la población involucrada, para direccionar las actividades e implementarlo de una manera general, según Bravo²⁰ *“Comprender, dar sentido propio al correcto significado. Exige la utilización de recursos, la experimentación real y simulada, la manipulación de materiales, la visualización de procesos a través de cualquier herramienta”*

En conclusión, consideramos la importancia de la aplicación de estrategias innovadoras que incluyan materiales concretos y enfoques artísticos para la manipulación que promuevan procesos de aprendizaje vivenciales y ayuden a desarrollar habilidades y competencias que le permitan enfrentar situaciones cotidianas de la vida.

¹⁸ Aragón-Núñez et al., 2018.

¹⁹ Reza y Guemez, 2024.

²⁰ Bravo, 2019.

Anexos

Anexo 1

DIAGNÓSTICO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE			
Nombre del alumno: _____			
Grado: _____ Grupo: _____ Fecha: _____			
Instrucciones: Lee las preguntas y colorea el dibujo de acuerdo a tu respuesta.			
CUESTIONAMIENTO	VISUAL	AUDITIVO	KINÉSTICO
¿Qué te gusta más?	 VER TELEVISIÓN	 OÍR MÚSICA	 JUGAR CON TUS AMIGOS
¿En tu cumpleaños que disfrutas más?	 LOS ADORNOS	 LAS MAÑANITAS	 LA PIÑATA
¿Qué te gusta hacer en la escuela?	 LEER	 ESCUCHAR HISTORIAS	 EXPERIMENTAR
¿Qué regalos prefieres?	 CUENTOS E HISTORIETAS	 CD Y MP3 MÚSICA	 JUGUETES
¿Si tuvieras dinero qué comprarías?	 UNA CÁMARA FOTOGRAFICA	 UNA BOCINA DE MP3	 PLASTILINAS
¿Cuándo estas con tus amigos te gusta...?	 DIBUJAR	 CANTAR	 JUGAR EN EL PATIO
¿Cuándo tus papás no te consiente tú...?	 TE ENOJAS	 LLORAS	 HACES BERRINCHE
¿Cuándo sales de paseo tú prefieres?	 IR AL CINE	 ASISTIR A UN CONCIERTO	 IR A LA FERIA
TOTAL V. ____ A. ____ K. ____ CANAL PREDOMINANTE:			
MODELO. Visual, Analítico y Kinestésico Basado en el sistema de programación neurolingüística /Richard B./			
Visita: https://educacionprimaria.ms/ & https://materialeducativo.org/			

Referencias

Cruz, D. R. L. Edward Lee Thorndike y John Broadus Watson: dos explicaciones del aprendizaje. *Educere*, 25(81), 2021, págs. 647-656.

<https://www.redalyc.org/journal/356/35666225025/35666225025.pdf>

Cáceres, E. D. V. UNA APROXIMACIÓN AL CONDUCTISMO RADICAL DE SKINNER. *UNIHumanitas*, 9(01). 2021.

<https://revistas.uni.edu.py/index.php/unihumanitas/article/view/415/417>

García Fernández, J. *Materiales y juegos matemáticos en el primer ciclo de Educación Primaria*. 2014. [https://academica-](https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/14065)

[e.unavarra.es/handle/2454/14065](https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/14065)

Hernández Carrillo, S. J. Construcción del sujeto matemático: sinergia en la enseñanza de las matemáticas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). 2023.

<https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1674/4382>

Reza Flores, R. A., & Guemez Peña, M. A. Aprendizaje Basado en Modelización asistido con Inteligencia Artificial en las Ciencias Naturales: propuesta de intervención neurodidáctica. *Práxis Educativa*, 19, 2024, págs. 1–19.

<https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.19.22722.011>