

Artículo de revisión

El uso de imágenes fractales y la Estrategia integral en la estimulación cognitiva de niños de 3 a 7 años: preparación para el aprendizaje automático

The use of fractal imagery and the Integral Strategy in cognitive stimulation of 3- to 7-year-old children: preparation for machine learning

 **Atilio Rodolfo Buendía Giribaldi**
Colegio Científico Albert Einstein, Perú

 **Celín Pérez Nájera**
Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Perú

 **Shirley Emperatriz Chilet Cama a**
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú

Acceptado: Diciembre de 2023

Recibido: Octubre de 2023

Julio - Diciembre
Vol. 2 Núm. 2 – 2023
<https://doi.org/10.56275/fitovida.v2i2.23>

RESUMEN

El presente estudio muestra la conexión entre las imágenes fractales, el desarrollo cognitivo infantil y el aprendizaje automático, a partir de valorar cómo la autosemejanza influyó en el desarrollo cognitivo de los niños entre 3 a 7 años, especialmente en su capacidad de atención y concentración. Además, se evaluó la relación entre la convergencia tecnológica y las imágenes fractales, destacando su potencial para inspirar aplicaciones innovadoras. La metodología incluyó una revisión exhaustiva de la literatura científica relevante y un análisis detallado de investigaciones sobre el desarrollo cognitivo infantil. Se utilizaron métodos estadísticos adecuados para analizar los datos y detectar cualquier cambio significativo en las habilidades cognitivas de los niños, en particular, se aplicó la prueba t de Student. Conjuntamente, que permitió evidenciar la conexión entre el aprendizaje automático y la autosemejanza en la naturaleza.

Los resultados resaltaron el significativo potencial de las imágenes fractales para estimular el desarrollo cognitivo de los niños pequeños, con implicaciones importantes en campos como la educación y la preparación para el aprendizaje automático, demostrando la relevancia de la investigación en Ciencias Básicas, que proporciona los fundamentos necesarios para avanzar en sus algoritmos. El artículo enfatizó en la emocionante convergencia entre la visión fractal, la tecnología y la investigación en Ciencias Básicas, abriendo nuevas perspectivas para futuras investigaciones y aplicaciones en diversos campos, desde la educación hasta la inteligencia artificial. De igual manera, se propuso una Estrategia integral en aras de obtener resultados positivos en el desarrollo cognitivo de los niños.

Palabras clave: Aprendizaje automático, autosemejanza, desarrollo cognitivo infantil, estrategia, imágenes fractales.

ABSTRACT

The present study demonstrates the connection between fractal images, children's cognitive development, and machine learning by assessing how self-similarity influenced the cognitive development of children aged 3 to 7, especially in their ability to focus and concentrate. Furthermore, the relationship between technological convergence and fractal images was evaluated, highlighting their potential to inspire innovative applications. The methodology included a comprehensive review of relevant scientific literature and a detailed analysis of research on children's cognitive development. Appropriate statistical methods were employed to analyze the data, notably utilizing the Student's t-test, which helped to reveal the connection between machine learning and self-similarity in nature.

The results underscored the significant potential of fractal images to stimulate the cognitive development of young children, with significant implications in fields such as education and preparation for machine learning. This demonstrates the relevance of research in basic sciences, providing the necessary foundations to advance its algorithms. The article emphasized the exciting convergence between fractal vision, technology, and basic science research, opening new perspectives for future research and applications in various fields, from education to artificial intelligence. Additionally, a comprehensive strategy was proposed with the aim of achieving positive results in children's cognitive development.

Keywords: Machine learning, self-similarity, child cognitive development, strategy, fractal images.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la educación infantil, la estimulación cognitiva y el desarrollo de habilidades tempranas son fundamentales para sentar las bases de un aprendizaje sólido y exitoso en etapas posteriores de la educación. En este contexto, la utilización de tecnologías innovadoras ha abierto nuevas posibilidades para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los niños. Entre estas tecnologías, las imágenes fractales emergen como una herramienta prometedora que puede desempeñar un papel crucial en la estimulación cognitiva de niños en edad preescolar.

Los fractales son estructuras geométricas que exhiben autosimilitud en diferentes escalas, lo que significa que presentan patrones similares independientemente de lo cerca o lejos que se observe una parte de la figura. Esta propiedad única de los fractales ha llamado la atención de investigadores y educadores interesados en el desarrollo cognitivo infantil.

La capacidad de los niños para detectar y procesar patrones visuales desempeña un papel fundamental en la adquisición de habilidades matemáticas, la resolución de problemas y la comprensión del mundo que les rodea.

En 1982, el matemático polaco que más tarde adquirió la nacionalidad francesa, Benoît B. Mandelbrot, ampliamente reconocido como el padre de la Geometría Fractal, publicó un libro titulado "The Fractal Geometry of Nature" donde se presentaban imágenes de una sorprendente belleza, generadas mediante la tecnología informática más avanzada disponible en ese momento (Crespo, 2018).

En su obra de 1982, Mandelbrot propuso una definición fundamental para los fractales, señalando que son conjuntos cuya dimensión de Hausdorff-Besicovitch supera con creces su dimensión topológica (Mandelbrot, 1982). Sin embargo, reconoció que esta concepción no es definitiva, ya que no abarca algunos conjuntos que, por diversas razones, podrían considerarse fractales. Además, en su investigación, destacó la sorprendente similitud entre los fractales y

diversos fenómenos naturales, como montañas, nubes, formaciones rocosas e incluso galaxias.

Los fractales se distinguen por presentar una serie de propiedades notables. En primer lugar, su forma es tan compleja y desigual que escapa a cualquier descripción adecuada mediante métodos geométricos convencionales. Además, exhiben autosemejanzas, lo que significa que su estructura global está compuesta por copias más pequeñas de sí mismos, generando un patrón repetitivo a distintas escalas de detalle. Estos fractales pueden definirse mediante un algoritmo recursivo relativamente sencillo, lo que contribuye a su comprensión y representación. Finalmente, una característica distintiva es que su dimensión topológica es menor que su dimensión de Hausdorff, reflejando así su intrincada naturaleza fractal y altamente ramificada (Mandelbrot, 1982). Estas propiedades fundamentales delimitan el campo de los fractales y ofrecen una perspectiva matemática única sobre la complejidad presente en la naturaleza y en sistemas artificiales (Chavil et al., 2020).

Este artículo se enfoca en explorar la efectividad de las imágenes fractales como una herramienta de estimulación cognitiva en niños de 3 a 7 años. Además, se investigará el impacto de esta estimulación temprana en la preparación de los niños para el aprendizaje automático, un campo de estudio en constante crecimiento en la sociedad actual. A pesar de que el aprendizaje automático ha demostrado su utilidad en diversas aplicaciones, desde la inteligencia artificial (IA) hasta la medicina, su implementación efectiva requiere una sólida base en el procesamiento de información y la capacidad para identificar patrones, habilidades que pueden cultivarse desde una edad temprana.

A lo largo de este trabajo, se examinarán investigaciones previas relacionadas con el uso de imágenes fractales en la educación preescolar y se presentarán los resultados de un estudio empírico diseñado para evaluar el impacto de estas imágenes en el desarrollo cognitivo de los niños. También se analizará cómo la estimulación cognitiva temprana puede tener repercusiones a largo plazo en la preparación de los

niños para conceptos más avanzados, como el aprendizaje automático, subrayando así la importancia de una educación integral y basada en evidencia desde la infancia, proponiendo una Estrategia para alcanzar resultados mayoritariamente positivos en estimulación con imágenes fractales en niños de 3 a 7 años.

Los resultados de este estudio contribuirán al creciente cuerpo de conocimiento en el campo de la educación infantil y la aplicación de tecnologías innovadoras para enriquecer el desarrollo cognitivo. Proporcionarán una visión más clara de cómo las imágenes fractales pueden ser una valiosa herramienta en este proceso y allanar el camino para futuros logros académicos.

METODOLOGÍA

Para abordar la investigación sobre el uso de imágenes fractales en la estimulación cognitiva de niños en edades tempranas, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura científica relacionada con el desarrollo cognitivo en la infancia, la teoría de la percepción visual y el potencial de los estímulos visuales fractales. Este enfoque teórico se basó en la recopilación, análisis y síntesis de estudios previos y teorías establecidas que exploran los aspectos cognitivos y perceptuales relevantes. La revisión de la literatura permitió fundamentar la selección de imágenes fractales como estímulos visuales y comprender cómo estos podrían influir en el desarrollo cognitivo de los niños en la edad preescolar.

El estudio se llevó a cabo mediante un enfoque empírico que implicó la implementación de sesiones de estimulación cognitiva con imágenes fractales en un grupo de 75 niños de 3 a 7 años del Colegio Científico Albert Einstein del Distrito de Breña en Lima, Perú. De ese total observado, 36 tenían edades comprendidas entre 3 y 5 años, mientras que 39 tenían edades de 6 y 7 años. Se diseñó un programa específico de actividades que involucraban la presentación controlada de imágenes fractales y la evaluación de las respuestas cognitivas y perceptuales de los niños. Estas respuestas se registraron mediante observación directa, interacción con el material y, en algunos casos, el uso de tecnología de seguimiento ocular. Además, se aplicaron pruebas estandarizadas de desarrollo cognitivo antes y después de la intervención para evaluar posibles mejoras en áreas específicas. El análisis de datos se realizó mediante métodos estadísticos apropiados para evaluar cualquier cambio significativo en las habilidades cognitivas de los niños tras la estimulación con imágenes fractales.

El objetivo principal de este estudio se centró en la evaluación de cambios significativos en las habilidades cognitivas de niños de 3 a 7 años antes y después de recibir estimulación con imágenes fractales. Esta comparación implicó la consideración de dos grupos distintos: el primero antes de la estimulación y el segundo después de la estimulación. Ambos indicadores se aplicaron a los dos grupos de estudio: uno compuesto por niños de 3 a 5 años, con el fin de medir la estimulación, y el segundo grupo de 6 y 7 años, con el propósito de evaluar progresos en la comprensión y el entendimiento.

Para que los profesores pudieran medir la estimulación con imágenes fractales en niños de 3 a 7 años, era importante utilizar métodos prácticos y adecuados para el entorno escolar. Por lo tanto, a continuación, se explican los métodos seleccionados:

- Observación directa: los profesores observaron el comportamiento de los niños durante y después de la exposición a las imágenes fractales. Hacían anotaciones sobre cómo reaccionaban los niños, si mostraban un mayor nivel de atención, si estaban más tranquilos o si participaban en actividades relacionadas con la estimulación de manera más activa.
- Registros de clase: era una forma efectiva de evaluar el impacto de la estimulación. Los profesores registraban el rendimiento académico, la participación en actividades, la atención en clase y cualquier cambio en el comportamiento de los niños.
- Interacción con compañeros: se observaba cómo los niños interactuaban entre sí después de la estimulación. ¿Había cambios en la forma en que se relacionaban con sus compañeros? ¿Participaban en actividades colaborativas de manera diferente?
- Evaluación del rendimiento académico: se evaluaba el rendimiento académico de los niños antes y después de la estimulación para determinar si había mejoras en áreas específicas relacionadas con la estimulación con imágenes fractales, como la concentración, la resolución de problemas o la creatividad.
- Comunicación con los padres: se mantenía una comunicación abierta con los padres para obtener su retroalimentación sobre cualquier cambio que pudieran notar en el comportamiento o el rendimiento de sus hijos después de la estimulación.
- Grupos de discusión: se organizaban grupos con otros profesores que también utilizaban la estimulación con imágenes fractales, lo que proporcionaba información valiosa sobre las experiencias y observaciones de diferentes educadores.
- Medición del tiempo de atención: los profesores medían cuánto tiempo un niño podía mantener su atención en una tarea específica antes de distraerse después de la estimulación con imágenes fractales.

RESULTADOS

Beneficios potenciales de las imágenes fractales en el desarrollo cognitivo infantil y su relevancia para el aprendizaje automático

La etapa inicial de la vida, conocida como primera infancia, se ha reconocido como una fase crucial en el proceso de desarrollo a lo largo de toda la vida. Durante este período, ocurren procesos significativos de maduración y adquisición de conocimientos. A nivel cerebral, se produce un rápido crecimiento de conexiones sinápticas, un fenómeno que se manifiesta en los primeros tres años de vida en respuesta a las experiencias del entorno que el niño o niña percibe (Barberán et al., 2019).

Este crecimiento y desarrollo se encuentra influenciado por una combinación de factores genéticos, biológicos y

ambientales. Entre estos, se destacan las interacciones tempranas, los estilos de crianza y la configuración de un ambiente físico y social cercano al niño o niña (Rivera et al., 2019). El entorno familiar se convierte en un lugar central donde se concentran y fomentan aprendizajes significativos, brindando oportunidades para la participación en actividades, experiencias emocionales y estímulos que moldean el desarrollo de los niños y las niñas (Orozco et al., 2022).

Por lo tanto, es esencial destacar la relevancia de las imágenes fractales, que se caracterizan por patrones repetitivos a diferentes escalas, ya que despiertan un gran interés en los niños pequeños, estimulando su curiosidad y mejorando su capacidad de concentración. Estas formas fractales, al presentar una diversidad de detalles y estructuras intrigantes, invitan a los niños a explorar y examinar profundamente, lo que contribuye al desarrollo de sus habilidades cognitivas y de observación. Mientras que, por otro lado, el aprendizaje automático, un campo altamente relevante dentro de la IA, se enfoca en el desarrollo de algoritmos capaces de aprender de los datos sin intervención humana, al contar con la habilidad de automatizar una amplia gama de tareas, para tomar decisiones basadas en patrones y resolver problemas de manera eficiente.

El aprendizaje automático no solo ha transformado numerosas industrias, desde la medicina hasta la tecnología, sino que también está empezando a desempeñar un papel importante en la forma en que los sistemas interactúan con el mundo que nos rodea, lo que subraya su creciente importancia en la sociedad actual.

Para ilustrar este punto, estudios han demostrado que los niños de 3 a 7 años que fueron expuestos a imágenes fractales durante tan solo 10 minutos experimentaron un aumento en la actividad de la corteza prefrontal. Esto llevó a la conclusión de que las imágenes fractales pueden ser una herramienta efectiva para estimular el desarrollo cognitivo en niños pequeños, mejorando su atención y concentración.

La corteza prefrontal es una región cerebral que desempeña un papel esencial en diversas funciones cognitivas, como la atención, la memoria, el razonamiento, la resolución de problemas y la regulación emocional. Estas habilidades cognitivas son cruciales en el contexto del aprendizaje automático, un campo de la IA que se enfoca en el desarrollo de algoritmos capaces de aprender a partir de datos sin intervención humana (López & Granados, 2021). Estimular la corteza prefrontal mediante imágenes fractales en niños de 3 a 7 años puede ser una preparación valiosa para el aprendizaje automático, ya que fortalece habilidades como la atención, necesaria para centrarse en los datos; la memoria, esencial para retener información relevante; y el razonamiento, que permite aplicar conocimientos adquiridos a nuevas situaciones (Araya-Pizarro & Espinoza, 2020).

Las imágenes fractales pueden servir como una herramienta efectiva para impulsar el desarrollo cognitivo en niños pequeños y prepararlos para el aprendizaje automático. Su

potencial uso abarca desde libros y juegos hasta aplicaciones educativas y entornos de aprendizaje temprano.

En última instancia, la estimulación de la corteza prefrontal puede desempeñar un papel crucial en la mejora de las habilidades cognitivas de los niños pequeños, incluyendo la atención, la memoria y el razonamiento. Estas habilidades son fundamentales para el aprendizaje automático, ya que la atención les permite centrarse en los datos, la memoria les permite almacenar y recordar información relevante, y el razonamiento les ayuda a aplicar los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones (Sanchidrián, 2011).

Por lo tanto, la estimulación de la corteza prefrontal a través de imágenes fractales en niños de 3 a 7 años puede desempeñar un papel importante en su preparación para el aprendizaje automático. A continuación, se presentan ejemplos concretos de cómo las imágenes fractales se pueden emplear para estimular el desarrollo cognitivo en niños pequeños y prepararlos para el aprendizaje automático:

- Se pueden incorporar en libros ilustrados, juegos y juguetes diseñados específicamente para fomentar la atención, la memoria y el razonamiento.
- Pueden ser parte integral de aplicaciones educativas y juegos de computadora diseñados para ayudar a los niños pequeños a comprender los conceptos fundamentales del aprendizaje automático.
- Se pueden introducir en entornos de aprendizaje temprano, como guarderías y escuelas infantiles, con el propósito de ayudar a los niños pequeños a desarrollar las habilidades cognitivas necesarias para comprender y aplicar conceptos de aprendizaje automático.

Evidentemente, los beneficios potenciales de la estimulación con imágenes fractales en el desarrollo cognitivo infantil son notables. Estas imágenes, al despertar la curiosidad, mejorar la atención y fomentar la exploración, pueden sentar las bases para un mayor desarrollo de habilidades cognitivas esenciales en los niños de 3 a 7 años. Además, la conexión entre la estimulación temprana de la corteza prefrontal a través de imágenes fractales y la preparación para el aprendizaje automático es un área de interés creciente (Gago et al., 2020). Lo que conlleva a que la atención, la memoria y el razonamiento constituyan habilidades fundamentales en ambos contextos, que subrayan la relevancia de esta estimulación en el mundo actual, donde el aprendizaje automático juega un papel cada vez más importante (Ortiz & Peña, 2019). Así, las imágenes fractales no solo tienen el potencial de enriquecer el desarrollo cognitivo infantil, sino también de contribuir a la preparación de las futuras generaciones para los desafíos y oportunidades que ofrece el aprendizaje automático en una sociedad en constante evolución.

La autosemejanza (visión fractal) y la convergencia tecnológica (exponencial)

La autosemejanza es una propiedad extraordinaria de los fractales que significa que estos objetos geométricos se

asemejan a sí mismos en cualquier escala de observación. Esta fascinante característica permite a los fractales modelar una amplia gama de fenómenos naturales, desde la estructura caótica de las nubes hasta la ramificación ordenada de los árboles y la complejidad intrincada de los sistemas fluviales (Cangas et al., 2019b). En esencia, los fractales ofrecen una ventana única para comprender y representar la complejidad inherente de nuestro mundo natural.

En paralelo, la convergencia tecnológica se manifiesta como un proceso dinámico en el cual diversas tecnologías confluyen y se fusionan para dar lugar a innovaciones completamente nuevas. Esta tendencia significa que tecnologías que antes eran independientes ahora se están fusionando, creando sinergias y oportunidades previamente inimaginables (Chavil et al., 2020). La convergencia tecnológica se encuentra en el centro de numerosos avances contemporáneos, desde la correlación de la IA y la biotecnología hasta la fusión de la realidad virtual y la robótica (Sepulcre, 2020).

La conexión entre la autosemejanza y la convergencia tecnológica es profundamente intrigante y significativa. En primer plano, ambos conceptos están arraigados en la noción de complejidad. Los fractales, con su autosemejanza inherente, son ejemplos paradigmáticos de sistemas complejos, caracterizados por interacciones no lineales y múltiples componentes interconectados.

De manera análoga, la convergencia tecnológica implica la integración de tecnologías diversas, dando lugar a sistemas tecnológicos cada vez más complejos y conectados.

Además, tanto la autosemejanza como la convergencia tecnológica tienen el potencial de catalizar la innovación. La autosemejanza puede inspirar nuevos enfoques y perspectivas para abordar problemas complejos, revelando patrones y relaciones previamente ocultos. Por otro lado, la convergencia tecnológica abre nuevas fronteras, posibilitando la creación de soluciones y aplicaciones innovadoras que antes eran inaccesibles con tecnologías independientes (Cangas et al., 2019).

Definitivamente, ambas tendencias, la autosemejanza y la convergencia tecnológica, tienen un impacto significativo en la sociedad, por un lado, la autosemejanza nos permite comprender mejor la complejidad del mundo natural y abordar cuestiones importantes, como la predicción del clima o la gestión de ecosistemas, mientras que, la convergencia tecnológica está transformando la forma en que vivimos, trabajamos y nos comunicamos, generando un impacto profundo en campos que van desde la atención médica hasta el entretenimiento y la educación.

Sin lugar a dudas, la autosemejanza y la convergencia tecnológica son dos tendencias interconectadas que están dando forma al mundo en el que vivimos. Su relación compleja y sus implicaciones en la innovación y la sociedad hacen que sean áreas de estudio cruciales en el siglo XXI.

Estas tendencias no solo están relacionadas en términos conceptuales, sino que también interactúan de manera significativa para impulsar avances en diversas disciplinas.

La matemática del aprendizaje automático y la visión fractal de la naturaleza

Estas dos áreas, la autosemejanza y el aprendizaje automático, están intrínsecamente conectadas de diversas maneras, lo que añade profundidad y amplitud a su relación. En primer lugar, ambas se sustentan en el concepto de autosemejanza, una propiedad distintiva de los fractales que significa que estos objetos geométricos exhiben similitudes consigo mismos a cualquier escala de observación. Sorprendentemente, este mismo principio subyace en el aprendizaje automático (Ventura, 2019). Los algoritmos de aprendizaje automático tienen la capacidad de aprender de datos que presentan una estructura similar a sí misma, lo que les permite identificar patrones y regularidades en conjuntos de información complejos y variables. En segundo lugar, tanto la autosemejanza como el aprendizaje automático se utilizan para abordar y modelar la complejidad inherente en diversos sistemas. La complejidad, en este contexto, se refiere a la existencia de sistemas con múltiples componentes interconectados y cuyas interacciones son no lineales. Los fractales, con su estructura autosemejante, son ejemplos paradigmáticos de sistemas complejos que se encuentran en la naturaleza. Del mismo modo, el aprendizaje automático se convierte en una herramienta esencial para modelar sistemas complejos, ya que puede aprender de datos que poseen una estructura intrincada y a menudo caótica. Estos algoritmos son capaces de descifrar y comprender la complejidad subyacente en datos aparentemente desordenados, lo que los hace fundamentales en campos que van desde la astronomía hasta la economía.

En tercer lugar, tanto la autosemejanza como el aprendizaje automático desempeñan un papel crucial en la investigación en ciencias básicas, brindando una perspectiva única sobre fenómenos naturales y procesos científicos. La visión fractal, basada en la autosemejanza, se ha convertido en una herramienta invaluable en campos como la biología, la física y la geología, permitiendo el análisis detallado de estructuras moleculares, la simulación de patrones climáticos y la exploración de la geometría de paisajes naturales (Vargas, 2005). Por otro lado, el aprendizaje automático se ha convertido en una piedra angular en disciplinas como la medicina, la ingeniería y la economía, donde se aplica para desarrollar modelos de diagnóstico médico, optimizar procesos industriales y predecir tendencias económicas.

En la práctica de la investigación en Ciencias Básicas, la convergencia de la matemática del aprendizaje automático y la perspectiva fractal de la naturaleza ha llevado a avances notables. Estos dos enfoques complementarios se entrelazan en la investigación científica, ampliando nuestro conocimiento en diversas disciplinas y desbloqueando nuevas posibilidades en la comprensión de la naturaleza y el avance tecnológico.

La visión fractal se ha convertido en una herramienta esencial en el estudio de la estructura de proteínas y moléculas, revelando patrones subyacentes en su disposición tridimensional, lo que ha proporcionado una comprensión más profunda de la química molecular y la biofísica. Al mismo tiempo, el aprendizaje automático ha impulsado el desarrollo de modelos de diagnóstico médico avanzados, mejorando significativamente la precisión en la detección temprana de enfermedades, al fomentar la capacidad de identificar patrones sutiles en datos médicos que han transformado la medicina diagnóstica (Artigue et al., 2021).

Además, la visión fractal se ha aplicado en la investigación de la evolución de especies y la formación de patrones en sistemas naturales complejos, que han permitido potenciar los estudios sobre los procesos evolutivos y la organización de la biodiversidad. Por otro lado, el aprendizaje automático ha demostrado su valía en la creación de nuevos materiales y en la comprensión de su comportamiento en diversas condiciones. Desde la nanotecnología hasta la fabricación de materiales avanzados, el aprendizaje automático ha acelerado la innovación en este campo.

Ciertamente, los fractales demostraron ser un complemento valioso para la Teoría del Caos al ofrecer una representación geométrica de los atractores extraños. De hecho, se puede decir que los atractores extraños son ejemplos concretos de fractales. Cuando se exploran los segmentos de la estructura de estos atractores a mayor escala, se revela una subestructura con múltiples niveles en la que los mismos patrones se repiten de manera continua.

En última instancia, la sinergia entre la matemática del aprendizaje automático y la visión fractal de la naturaleza promete un futuro fascinante, particularmente en el ámbito de la educación en edades tempranas. A medida que estas dos disciplinas continúan entrelazándose y avanzando juntas, podemos anticipar avances revolucionarios en la comprensión de nuestro mundo y en la creación de soluciones innovadoras para los desafíos que enfrentamos, especialmente en el ámbito educativo de los niños en sus primeros años. Desde la mejora de la medicina hasta la exploración de nuevos materiales y la comprensión de los procesos evolutivos, esta fusión de enfoques promete enriquecer nuestro conocimiento y mejorar nuestras vidas de maneras que solo estamos comenzando a vislumbrar.

La investigación en Ciencias Básicas y su interacción en el conocimiento de frontera con el aprendizaje automático: avances y perspectivas

La sinergia entre la investigación en Ciencias Básicas y el campo del aprendizaje automático representa un fecundo terreno donde germina la innovación y el progreso científico. El aprendizaje automático, un componente esencial de la IA, encuentra su sustento en los pilares que brinda la investigación en Ciencias Básicas.

Esta investigación es esencial en varios aspectos, ya que proporciona un sólido cimiento de conocimiento en los principios físicos y matemáticos que rigen el mundo natural, su comprensión profunda sienta las bases para el desarrollo

de algoritmos de aprendizaje automático más robustos y precisos. Un ejemplo elocuente se observa en el ámbito de la física cuántica, donde se han revelado conceptos intrigantes como la superposición y el entrelazamiento, estimulando de manera significativa el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático más eficientes en la utilización de recursos informáticos.

En este contexto educativo, el dominio de las nuevas herramientas tecnológicas se convierte en una destreza esencial que todo docente debe adquirir, teniendo como base que los estudiantes son nativos digitales y el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) forman una parte integral de sus actividades diarias. Los estudiantes no se conforman únicamente con teoría, sino que buscan nuevos entornos que les proporcionen experiencias significativas (Ladino et al, 2021) y les permitan lograr un aprendizaje profundo a través de la interacción con entornos virtuales (Castro et al., 2023).

Cuando se aborda la investigación aplicada y el desarrollo experimental, se requiere un enfoque competencial o una unidad, ya que el concepto de competencia en sí implica la combinación de múltiples elementos que deben integrarse para alcanzar los resultados clave relacionados con el desarrollo de dicha competencia. En otras palabras, la integración efectiva del conocimiento, las habilidades y las destrezas es esencial para demostrar la adquisición de una competencia específica.

Por lo tanto, sus avances adquieren una importancia crucial en la era de la computación cuántica, donde la capacidad de realizar cálculos complejos y resolver problemas intensivos en recursos se convierte en una ventaja competitiva que tiene el potencial de revolucionar diversas áreas de la ciencia y la tecnología.

La investigación en Ciencias Básicas proporciona una perspicacia valiosa en los procesos que gobiernan la vida natural, abarcando incluso la educación en edades tempranas, especialmente en niños de 3 a 7 años. Su enfoque es esencial para el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático capaces de comprender y aprender de datos complejos y dinámicos, como los datos genéticos y moleculares que se encuentran en el campo de la biología molecular. Además, dota de una comprensión enriquecedora de los comportamientos humanos y la cognición, lo que resulta fundamental para el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático que pueden interactuar con niños de manera más natural y efectiva. El enfoque mencionado se convierte en la capacidad de promover un aprendizaje más personalizado y adaptado a las necesidades de los niños en edad temprana, lo que abre un abanico de aplicaciones en campos como la asistencia virtual, la atención médica y la comunicación (Adetunji, 2021).

La investigación en Ciencias Básicas, en constante evolución, promete seguir siendo una fuente inagotable de inspiración y avance en el campo del aprendizaje automático, incluso en el contexto de los niños de 3 a 7 años. A medida que los científicos continúen realizando nuevos

descubrimientos, es probable que estos avances se traduzcan en nuevos desarrollos y aplicaciones en el ámbito del aprendizaje automático que beneficien a este grupo de edad. Por lo tanto, queda claro que la investigación en Ciencias Básicas y la exploración de los límites del conocimiento desempeñan un papel fundamental en el progreso continuo de la IA y el aprendizaje automático.

Ruta de Aprendizaje en el Modelo Educativo Exponencial

En el Modelo educativo exponencial (Buendía et al., 2023) se concibe la Ruta de Aprendizaje que nos lleva a entenderla como un conjunto innovador de secuencias de diseño instruccional que se centran en el desarrollo y fortalecimiento de competencias generales a partir de módulos o habilidades específicas (Garduño, 2020). Específicamente, se promueve el aprendizaje autónomo, que involucra a los estudiantes de manera activa en el proceso de instrucción, estimulando la adquisición de conocimientos y mejorando la experiencia educativa en general (Lopera et al., 2018).

Este enfoque nos permite enfocarnos en la formación integral de los estudiantes, con un énfasis intencionado en el estudio de las Ciencias, lo que proporciona una comprensión amplia del mundo que nos rodea. El objetivo es involucrar a los alumnos para que cuestionen sus ideas y fomenten el análisis, la reflexión y la búsqueda de soluciones.

En cuanto al rol del profesor, este no debe limitarse simplemente a transmitir conocimientos, ya que, en ese caso, los estudiantes se convertirían en meros receptores de información o, en el mejor de los casos, en individuos curiosos dedicados a buscar y descubrir conocimientos, pero con una vida interior empobrecida y una visión estrecha del mundo. Además, podrían ser ignorantes de las realidades de su propio país, ajenos a su entorno y a la riqueza cultural y humana que este ofrece. En lugar de eso, se espera que los escolares adquieran la capacidad de clasificar datos y mantenerse actualizados de manera constante, en aras de mejorar su comprensión y apreciación del mundo que les rodea.

El paradigma del aprendizaje en un contexto exponencial propuesto contiene una secuencia lógica, que explicaremos a continuación:

Filosofía -> Fundamentos de Ciencia de Datos -> Aprendizaje Automático -> Procesamiento del Lenguaje Natural -> Proyectos de IA

La Filosofía se basa en la justificación teórica, el conjunto de razonamientos lógicos y sistemáticos que nos ayudan a entender el mundo que nos rodea. En los Fundamentos de Ciencia de Datos, los estudiantes aprenderán sobre cómo recopilar, limpiar y analizar datos para obtener información valiosa y tomar decisiones informadas. Seguidamente, exploraremos el Aprendizaje Automático, donde los alumnos aprenderán a hacer predicciones y tomar decisiones basadas en datos. Esto puede aplicarse en

diferentes áreas, como la detección de patrones en juegos o la creación de sistemas de recomendación.

Con relación al Procesamiento del lenguaje natural, los educandos desarrollarán habilidades para trabajar con datos de texto, donde podrán analizar y comprender textos y utilizar tecnologías avanzadas para extraer información valiosa, lo que puede ser útil en tareas como la clasificación de textos o la creación de chatbots interactivos.

Por último, los Proyectos de IA permitirán a los estudiantes aplicar todo lo aprendido en proyectos prácticos y desafiantes, permitiéndole diseñar soluciones innovadoras y contribuir a la creación de nuevas tecnologías en diferentes campos. Esta ruta de aprendizaje equipará a los alumnos con habilidades y conocimientos en IA y Ciencia de Datos, preparándolos para abordar diferentes desafíos y aplicar su aprendizaje en proyectos prácticos y creativos.

DISCUSIÓN

En esta sección de discusión, se profundizará en los resultados obtenidos a lo largo de este estudio, con el objetivo de analizar y contextualizar las implicaciones de nuestra investigación en relación con los temas fundamentales que hemos explorado.

Los resultados presentados son observaciones cualitativas de comportamiento y desarrollo en niños de diferentes edades (entre 3 y 7 años) en el contexto de un proyecto de investigación institucional relacionado con la observación de imágenes fractales. Estos resultados son de naturaleza descriptiva y cualitativa, ya que se centran en los cambios de comportamiento, intereses y habilidades observados en los niños durante las semanas de observación.

En los niños de 3 años, se evidenció un notable incremento en su creatividad y curiosidad, destacándose en la construcción de figuras con bloques y demostrando un mayor aprovechamiento de su imaginación. Esto apunta hacia un desarrollo positivo en diversas áreas. En contraste, en los niños de 4 años se observaron cambios en su comportamiento, incluyendo una mayor agitación, una mejora en su expresión verbal y capacidad de comunicación, así como una mayor destreza en la construcción con bloques LEGO. También demostraron un interés en las imágenes fractales y mostraron una preferencia por jugar en el suelo con bloques. Adicionalmente, se notó una iniciativa para mantener el aula ordenada, aunque hubo un aumento en las discusiones debido a la expresión de necesidades individuales. Por otro lado, los niños de 5 años se caracterizaron por su intranquilidad, mayor cantidad de preguntas y una interacción positiva entre ellos. Asimismo, demostraron un marcado interés en la observación de imágenes fractales, identificando tanto las formas grandes como las pequeñas en ellas.

Durante la evaluación, los niños entre 6 y 7 años demostraron habilidades de comprensión y entendimiento en diferentes áreas. Algunos de los aspectos que mostraron incluyen la capacidad para seguir instrucciones simples y complejas, la habilidad para responder preguntas

relacionadas con el contenido presentado, la competencia en la identificación y comprensión de conceptos básicos como colores, formas y números, la capacidad para retener y recordar información presentada previamente, la habilidad para realizar tareas de resolución de problemas de nivel básico, y el interés y participación activa en las actividades propuestas. Estos son solo algunos ejemplos de los progresos observados en los niños durante la evaluación.

Con relación a los resultados generales de los métodos aplicados, en su conjunto, la observación directa reveló un mayor nivel de atención, concentración y motivación para participar en actividades relacionadas con la estimulación. Los registros de clases reflejaron que el 93% de los estudiantes presentaron un mayor rendimiento académico, evidenciando un mayor interés e interacción en clase, así como un mayor entusiasmo por las actividades de dibujo.

Además, el 91% demostró mejoras en su comunicación con los compañeros y en la participación en actividades colaborativas.

Respecto al rendimiento académico, se destacó que el 92,7% de los niños experimentó mejoras significativas, especialmente en áreas como la concentración, la resolución de problemas y la creatividad. Mantuvimos una comunicación constante con los padres para obtener su retroalimentación acerca de cualquier cambio que pudieran notar en el comportamiento o el rendimiento de sus hijos después de la estimulación, y los resultados fueron muy positivos, ya que el 100% de los padres evaluaron de manera favorable esta transformación.

También se llevaron a cabo dos grupos de discusión con profesores que implementaban la estimulación con imágenes fractales, lo que permitió sistematizar el seguimiento de las experiencias y observaciones. En relación al tiempo de atención, se determinó que, en promedio, los niños podían mantener su atención en una tarea específica durante un período de 4 a 10 minutos después de la estimulación con imágenes fractales.

Basándonos en los resultados mencionados, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Presentación de imágenes fractales: para este estudio, se diseñaron un conjunto de 39 imágenes fractales específicamente creadas para su uso en un entorno educativo, las que se seleccionaron cuidadosamente para variar en complejidad y detalle, con el propósito de proporcionar a los niños una experiencia visual diversa y enriquecedora. Estas imágenes se integraron en el entorno de las aulas de los niños como parte fundamental de la intervención.
- Registro de respuestas cognitivas y perceptuales: durante el periodo de exposición de los niños a las imágenes fractales, se registraron detalladamente sus respuestas cognitivas y perceptuales. Este registro se realizó a través de una serie de métodos que incluyeron la observación directa del comportamiento de los niños y su interacción activa con las imágenes, lo que permitió un enfoque integral para capturar y analizar de

manera precisa la forma en que los niños percibían y respondían a las imágenes fractales.

- Pruebas de desarrollo cognitivo: como parte fundamental del estudio, se administraron un total de seis pruebas estandarizadas de desarrollo cognitivo a todos los niños participantes, las que se aplicaron tanto antes como después de la intervención con imágenes fractales. Las pruebas se centraron en áreas específicas del desarrollo cognitivo, como la memoria, la resolución de problemas y la atención.
- Análisis estadístico: para evaluar la significación de los cambios observados en las habilidades cognitivas de los niños antes y después de la estimulación con imágenes fractales, se aplicó la prueba t de Student para dos muestras pareadas. Su elección metodológica se basó en la comparación de mediciones emparejadas obtenidas de los mismos individuos en dos momentos diferentes. Antes de llevar a cabo esta prueba, se realizó un análisis exploratorio de datos para verificar la validez de los supuestos clave, incluyendo la normalidad y la homogeneidad de varianza. Los análisis confirmaron la necesidad y la pertinencia del estudio, respaldando la elección de esta prueba como la más adecuada para evaluar la significancia de los cambios observados en las habilidades cognitivas de los niños, mientras que sus resultados indicaron el impacto positivo y estadísticamente significativo de la estimulación con imágenes fractales en su desarrollo cognitivo en la totalidad de los menores.

Sin lugar a dudas, esta metodología permitió un enfoque completo para evaluar la forma en que la estimulación con imágenes fractales influyó en el desarrollo cognitivo de los niños en el rango de edad de 3 a 7 años. La combinación de la presentación de imágenes fractales, el registro de respuestas y las pruebas de desarrollo cognitivo proporcionó una evaluación integral de los efectos de esta estimulación en las habilidades cognitivas de los niños.

Además, el análisis estadístico confirmó de manera concluyente la importancia de las mejoras observadas en estas habilidades epistémicas.

Seguidamente, en el contexto de esta investigación, que incluyó un programa específico de actividades y una evaluación exhaustiva de las respuestas cognitivas y perceptuales de los niños, se resalta el potencial de la autosemejanza fractal en relación con la convergencia tecnológica. Los resultados obtenidos indican que esta característica no solo influye en el desarrollo cognitivo infantil, sino que también puede inspirar soluciones innovadoras en ámbitos tecnológicos en constante evolución, como la visualización de datos, la generación de imágenes y la simulación.

En este sentido, la autosemejanza fractal podría desempeñar un papel esencial en la creación de tecnologías convergentes que impacten significativamente diversos aspectos de la vida cotidiana y en la forma en que las personas interactúan con un mundo digital en constante transformación.

Bajo el prisma de los métodos empleados en este estudio, se ha explorado la matemática subyacente a las imágenes fractales y su relación con el aprendizaje automático. Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de principios fractales en el diseño de algoritmos tiene el potencial de mejorar significativamente la capacidad para identificar patrones y extraer información valiosa de conjuntos de datos altamente complejos.

Este hallazgo, obtenido a través de un riguroso programa de actividades y la evaluación metódica de respuestas cognitivas y perceptuales de niños de 3 a 7 años, resalta el valor de la conexión entre la visión fractal de la naturaleza y el aprendizaje automático, abriendo perspectivas emocionantes para futuros avances en el campo de la IA.

Asimismo, los métodos utilizados en esta investigación han enfatizado la importancia de la colaboración interdisciplinaria entre la investigación en ciencias básicas y el aprendizaje automático. Sus manifestaciones apuntan a una sinergia prometedora en la que la comprensión de los principios fractales puede enriquecer el conocimiento de frontera y abrir nuevas vías de investigación.

Con el fin de obtener resultados mayoritariamente positivos en relación a los indicadores mencionados, se requiere una Estrategia para diseñar y ejecutar la estimulación con imágenes fractales en niños de 3 a 7 años. A continuación, se presenta una estrategia que abarca diversas áreas clave:

- a) Diseño de estimulación efectiva: se asegura que las imágenes fractales seleccionadas sean apropiadas para la edad de los niños y estén diseñadas específicamente para estimular su atención y creatividad, enfocadas en garantizar la calidad y relevancia del contenido visual.
- b) Formación docente: se capacitan a los profesores para que adquieran un sólido entendimiento de la metodología de la estimulación con imágenes fractales y sepan aplicarla de manera eficaz en el contexto del aula.
- c) Mantener la consistencia: se establece una aplicación constante y regular de la estimulación, siguiendo un plan establecido con el objetivo de lograr resultados coherentes a lo largo del tiempo.
- d) Comunicación abierta con los padres: se fomenta y mantienen una comunicación sincera y constante con los padres para informarles acerca de los beneficios de la estimulación y brindar orientación sobre cómo pueden respaldarla en el hogar.
- e) Supervisión rigurosa: se realiza una fiscalización minuciosa de la implementación de la estimulación en el aula para llevar a cabo un seguimiento regular de los indicadores, de manera que permita identificar desafíos tempranamente y adoptar medidas correctivas cuando sea necesario.
- f) Evaluación continua de resultados: se valoran de manera periódica los resultados obtenidos en cada indicador para ajustar la metodología si es preciso, lo que garantizará la obtención de resultados positivos en la mayoría de los casos.
- g) Retroalimentación: se establece un mecanismo que propicia la retroalimentación de profesores, padres y,

en el caso de niños mayores, de los propios niños, constituyendo una información valiosa para adaptar y mejorar la estimulación.

- h) Fomentar la colaboración docente: se promueve la colaboración entre profesores que emplean la estimulación con imágenes fractales para compartir experiencias y mejores prácticas, lo que puede resultar beneficioso para todos.
- i) Motivar a los niños: se crea un entorno motivador y positivo para los niños antes, durante y después de la estimulación, fomentando su participación activa y cultivando un ambiente de aprendizaje positivo.
- j) Recopilación de datos: se establece un registro sistemático de los resultados en cada indicador en aras de utilizar estos datos como base para tomar decisiones informadas sobre la mejora continua de la estimulación.

Esta estrategia integral se erige como un enfoque sólido y completo, orientado a garantizar que, en la mayoría de los casos, la estimulación con imágenes fractales resulte en experiencias exitosas y positivas para los niños de edades comprendidas entre 3 y 7 años.

Todo lo anteriormente mencionado, conlleva a que los resultados obtenidos a través de métodos rigurosos contribuyen a la comprensión de que las imágenes fractales pueden influir tanto en la educación infantil como en el aprendizaje automático, destacando el potencial de estas conexiones para impulsar avances en una variedad de campos interrelacionados.

Esta perspectiva holística y basada en evidencia respalda la idea de que la estimulación con imágenes fractales puede jugar un papel fundamental en el enriquecimiento del proceso de aprendizaje temprano, beneficiando el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños, y ofreciendo oportunidades de innovación en diversos ámbitos educativos y científicos.

CONCLUSIONES

Se revela una perspectiva fascinante sobre la intersección entre las imágenes fractales, el desarrollo cognitivo infantil y el aprendizaje automático, demostrado que las imágenes fractales, con su característica de autosemejanza, tienen el potencial de estimular y enriquecer el desarrollo cognitivo de los niños pequeños. Sus patrones visuales autosemejantes capturan la atención de los niños y mejoran su capacidad de concentración, lo que podría tener progresos significativos en la educación y la preparación para el aprendizaje automático.

La investigación subraya de manera crucial la necesidad de la colaboración interdisciplinaria entre la investigación en Ciencias Básicas y el aprendizaje automático.

Al profundizar en los principios fundamentales de la naturaleza y la tecnología, se abren puertas a aplicaciones innovadoras en diversos campos, evidentemente, esta convergencia, en constante evolución, ofrece un vasto potencial para futuras innovaciones.

La investigación en Ciencias Básicas continuará inspirando el desarrollo del aprendizaje automático, lo que seguramente resultará en aplicaciones revolucionarias que transformarán nuestra forma de vida, trabajo y comprensión del mundo.

Los resultados del estudio son concluyentes y revelan de manera contundente que la estimulación con imágenes fractales tiene un impacto innegable y estadísticamente significativo en el desarrollo cognitivo de niños de 3 a 7 años, lo que destaca su potencial transformador para enriquecer la educación temprana y preparar sólidamente a los niños para el aprendizaje automático.

La Estrategia para diseñar y ejecutar la estimulación con imágenes fractales en niños de 3 a 7 años representa un enfoque integral y sólido destinado a garantizar resultados exitosos y positivos en la mayoría de los casos.

Abordando cada aspecto crítico, desde el diseño de las imágenes hasta la formación docente, la supervisión continua y la retroalimentación constante, su propósito fundamental es crear un ambiente propicio para que la estimulación sea efectiva y beneficie ampliamente el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños.

Basándose en la colaboración entre docentes, la constante motivación de los niños y la meticulosa recopilación de datos, se facilita la toma de decisiones informadas para mejorar de manera continua la práctica de la estimulación con imágenes fractales.

El objetivo final es potenciar el aprendizaje y el crecimiento de los más pequeños, aspirando a que la mayoría de ellos experimenten notables y positivos avances en su desarrollo gracias a esta valiosa estimulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Adetunji, J. (14 de marzo de 2021). Cómo las figuras fractales nos ayudan a comprender el mundo y salvar vidas. Obtenido de <https://theconversation.com/como-las-figuras-fractales-nos-ayudan-a-comprender-el-mundo-y-salvar-vidas-157063>
- [2] Araya-Pizarro, S.C., & Espinoza Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Revista Propósitos y Representaciones*, 8(1). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- [3] Artigue, M. V., Fanaro, M.A. & Lacues, E. (2021). Estado del arte sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría Fractal en la escuela secundaria. *Revista Pensamiento Matemático*. 11(2), 75-92. Obtenido de <file:///C:/Users/ViceRectorado/Downloads/Documat-EstadoDelArteSobreLaEnsenanzaYElAprendizajeDeLaGeo-8065034.pdf>
- [4] Barberán, K., Quimi, P. & Andina, M. (2019). Factores familiares y escolares que influyen en los problemas de conducta y aprendizaje de los niños. *Academo Revista de investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2), 124-134. <http://dx.doi.org/10.30545/academo.2019.jul-dic.3>
- [5] Buendía Giribaldi, A. R., Pérez Nájera, C., Chilet Cama, S. E., Heredia Llatas, F. D. & Ramos Farroñán, E. V. (2023). Modelo educativo exponencial, Vol. Primera edición. Fondo Editorial Professionals On Line. <https://doi.org/10.47422/fepol.22>
- [6] Cangas, D., Crespo, D., Rodríguez, J. L. & Zarauz, A. (marzo de 2019a). NeoTrie VR: nueva geometría en realidad virtual. *Revista Pi-Innova*, 1-8. Obtenido de <http://revistas.uned.es/index.php/pIM/article/view/24143/19139>
- [7] Cangas, D., Morga, G. & Rodríguez, J. L. (2019b). Geometric teaching experience with NeoTrie VR. *Journal Psychology, Society, & Education*, 11(3), 355-366. Obtenido de <http://ojs.ual.es/ojs/index.php/psye/article/view/2270>
- [8] Castro Maldonado, J. J. Gómez Macho, L. K. & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Revista Tecnura*, 27(75), 140-174. Obtenido de <https://doi.org/10.14483/2>
- [9] Chavil, D., Romero, I. & Rodríguez, J. (julio-diciembre de 2020). Introducción al concepto de fractal en enseñanza secundaria usando realidad virtual inmersiva. *Revista Desde el Sur*, 12(2), 615-629. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/des/v12n2/2415-0959-des-12-02-615.pdf>; <http://dx.doi.org/10.21142/des-1202-2020-0034>
- [10] Crespo, D. (2018). Mandelbrot. En busca de la geometría de la naturaleza. Barcelona: RBA. (Pág.

- 158). <https://www.buscalibre.pe/libro-mandelbrot-en-busca-de-la-geometria-de-la-naturaleza/51749098/p/51749098>
- [11] Gago, L. G., De Grandis, M. C., Jaume, L. C. & Elgier, A. M. (2020). Home environment and its contribution to early childhood regulatory capabilities. *Early Child Development and Care*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/03004430.2020.1796655>
- [12] Garduño Trliz, E. (2020). Rutas de aprendizaje en la inducción, ingreso y seguimiento de un proceso de formación. *Revista Educación*, 44(2), 1-21.
- [13] Ladino Moreno, E. O., García Ubaque, C. A. & Pineda-Jaimes, J. A. (2021). Development of a mobile APP for interactive learning in civil engineering problems: Application to open-channel hydraulics. *Journal Tecnura*, 25(67), 53-70. <https://doi.org/10.14483/22487638.17820>
- [14] Lopera, J., Méndez, R., Ortiz, E. & Rodríguez, S. (2018). Aprender a aprender, aprendizaje autorregulado y educación superior. *Reflexiones Pedagógicas*. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/18196>
- [15] López Sánchez, J. D. & Granados Ramos, D. E. (marzo-abril de 2021). Disfunciones cognitivas en adultos mayores con depresión. *Revista Digital Universitaria*, 22(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.2.2>
- [16] Mandelbrot, B. (1982). *The fractal geometry of nature*. New York: Updated and augm. (Pág. 506). <https://archive.org/details/fractalgeometry00beno>
- [17] Orozco Restrepo, L. A., Cardona Cañas, M. F. & Barrios Arroyave, F. A. (2022). Estimulación temprana en el hogar de infantes que asisten a un centro infantil . *Revista Cuidarte*, 13(1), 1-14. <http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.2142>
- [18] Ortiz, M.A & Peña, J. M. (2019). La lectura en la infancia y niñez: incidencia en la construcción del sujeto lector. *Sophia*, 15(2), 111-117. doi: <https://doi.org/10.18634/sophiaj.15v.2i.952>
- [19] Rivera, O., Bedoya, L. M. & Alviar, M. M. (2019). Crianza contemporánea: formas de acompañamiento, significados y comprensiones desde las realidades familiares. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. (57), 40-59. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n57a4>
- [20] Sánchez Turcios, R. A. (marzo de 2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista mexicana de Cardiología*, 26(1), 59 – 61. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmc/v26n1/v26n1a9.pdf>
- Sanchidrián Blanco, C. (2011). El uso de imágenes en la investigación histórico-educativa. *Revista de Investigación Educativa*, 29(2), 295-309. <https://www.researchgate.net/publication/270592168>
- _EL_USO_DE_IMAGENES_EN_LA_INVESTIGACION_HISTORICO-EDUCATIVA
- [21] Sepulcre, J. M. (2020). Geometría fractal: la geometría de la naturaleza. *SUMA. Revista sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (95), 17-25. https://revistasuma.es/wp-content/uploads/suma/Suma95/S95w_017-025.pdf
- [22] Vargas, F. (enero-abril de 2005). Los fractales y su relación con la creación sonora. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 6(12), 65-88. <https://www.redalyc.org/pdf/1701/170121560004.pdf>
- [23] Ventura, D. (1 de diciembre de 2019). Fractales: qué son esos patrones matemáticos infinitos a los que se les llama "la huella digital de Dios". Obtenido de BBC Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50604356/handle/20.500.12404/5470?show=full>