

Artículo de revisión

Modelado de patrones fractales en plantas mediante Python para el desarrollo de habilidades geométricas en niños de 4-7 años

Chladni sound figures for the development of abstract thinking in children 5 years old

 **Abraham Lincon Minaya Ticona**
Colegio Científico Albert Einstein, Perú

 **Carlos Eduardo Torres Castro z**
Colegio Científico Albert Einstein, Perú

 **Dasha Ayelen Melgarejo Paulino**
Colegio Científico Albert Einstein, Perú

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

 **Rafael Edgardo Carlos Reyes**
Colegio Científico Albert Einstein, Perú

Aceptado: Diciembre de 2023

Recibido: Octubre de 2023

Julio - Diciembre
Vol. 2 Núm. 2 – 2023
<https://doi.org/10.56275/fitovida.v2i2.27>

RESUMEN

El propósito de esta investigación es evaluar la eficacia de la introducción del modelado patrones fractales en plantas mediante Python para el desarrollo de habilidades geométricas en niños de 4-7 años. Muchos programas educativos no integran suficientes actividades tangibles y visuales para ayudar a los niños a comprender conceptos geométricos abstractos. Esto puede resultar en una falta de interés y comprensión, ya que los niños aprenden mejor a través de experiencias concretas. Además, la falta de recursos y herramientas adecuadas en las aulas puede limitar las oportunidades para explorar la geometría de manera interactiva, afectando negativamente el desarrollo de habilidades espaciales y geométricas esenciales. Esta investigación fue de metodología experimental. Se midió el progreso de los niños en la comprensión de formas, dimensiones y relaciones espaciales a través de un enfoque más experiencial y práctico en el aula. Se observó un mayor nivel de participación e interés de los niños en el aprendizaje geométrico a través de métodos más dinámicos y lúdicos. Se evaluó el impacto en el desarrollo de habilidades espaciales, como la capacidad de visualización y la resolución de problemas geométricos. Se concluyó que los niños mejoraron su capacidad para identificar figuras geométricas al ser expuestos a los patrones fractales de plantas modelados mediante Python.

Palabras clave: Python, Patrones Fractales, Habilidades geométricas, Modelado, Plantas.

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the effectiveness of introducing fractal pattern modeling in plants using Python for the development of geometric skills in children aged 4-7 years. Many educational programs do not integrate enough tangible and visual activities to help children understand abstract geometric concepts. This can result in a lack of interest and understanding, as children learn best through concrete experiences. Furthermore, the lack of adequate resources and tools in classrooms can limit opportunities to explore geometry interactively, negatively affecting the development of essential spatial and geometric skills. This research was experimental methodology. Children's progress in understanding shapes, dimensions and spatial relationships was measured through a more experiential and practical approach in the classroom. A higher level of participation and interest of children in geometric learning was observed through more dynamic and playful methods. The impact on the development of spatial skills, such as visualization ability and geometric problem solving, was evaluated. It was concluded that children improved their ability to identify geometric figures when exposed to fractal patterns of plants modeled using Python.

Keywords: Python, Fractal Patterns, Geometric skills, Modeling, Plants.

INTRODUCCIÓN

La geometría fractal, como disciplina matemática avanzada, constituye un terreno de estudio interdisciplinario que vincula la teoría del caos con conceptos fundamentales del análisis matemático. En este contexto, la Teoría del Caos proporciona un marco teórico esencial para comprender las dinámicas de sistemas caóticos, destacando la complejidad y la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales (Mandelbrot, B., 1982). La generación de fractales surge de ecuaciones que capturan estas complejidades, permitiendo modelar fenómenos naturales y abstractos. Este enfoque iterativo, caracterizado por la convergencia de puntos hacia estructuras auto afines, añade una dimensión matemática significativa a la generación de fractales. 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 (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). Además, tanto la auto semejanza como la convergencia tecnológica tienen el potencial de catalizar la innovación. La auto semejanza 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). 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). En este contexto, la visualización y comprensión de fractales se ha asociado con beneficios cognitivos en niños. La noción de estructuras autoorganizativas se aborda formalmente, considerando la capacidad intrínseca de los sistemas para organizar patrones complejos sin dirección externa discernible. Este fenómeno se manifiesta en la autoorganización observable en la generación de fractales, lo que implica una correlación directa entre la estructura emergente y las reglas matemáticas subyacentes. En cuanto a Python, es un lenguaje de programación de alto nivel y versátil creado por Guido van Rossum en 1991. Destaca por su sintaxis clara y legible, facilitando la escritura y lectura del código. Es interpretado, lo que permite desarrollo iterativo. Admite múltiples paradigmas de programación y tiene una amplia biblioteca estándar, así como una activa comunidad de desarrolladores. Se utiliza en diversas áreas como desarrollo web, inteligencia artificial, análisis de datos y más, siendo apreciado por su simplicidad y potencia. En el ámbito de la

programación, el lenguaje Python ha emergido como una herramienta poderosa para la generación y visualización de fractales, facilitando la implementación de algoritmos iterativos y funciones matemáticas complejas. El Caos Determinista no Lineal, con su comportamiento complejo y la dificultad de prever a largo plazo, establece las bases para la generación de fractales, donde la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales desencadena resultados significativamente distintos con variaciones mínimas, demostrando la dependencia exquisita del resultado fractal de las condiciones iniciales. La categorización de Tipos de Fractales, como los de Transformación Afín, Funciones Recursivas, la Curva de Peano y Fractales Geométricos, se aborda formalmente para proporcionar un marco claro para la comprensión y clasificación de estas estructuras matemáticas, cada una con propiedades y características matemáticas distintivas. La observación de los Fractales en Hojas y Plantas se enfoca desde una perspectiva matemática rigurosa, identificando patrones recurrentes en la ramificación de árboles, la forma de hojas, la disposición de pétalos en flores y sistemas de raíces. Este análisis detallado permite una comprensión matemática precisa de cómo la formación fractal en la naturaleza se deriva de principios geométricos subyacentes.

Planteamiento del problema y Justificación

¿De qué manera el modelado de patrones fractales en plantas mediante Python influye en el desarrollo de habilidades geométricas en niños de 4-7 años?

Muchos programas educativos no integran suficientes actividades tangibles y visuales para ayudar a los niños a comprender conceptos geométricos abstractos. Esto puede resultar en una falta de interés y comprensión, ya que los niños aprenden mejor a través de experiencias concretas. Además, la falta de recursos y herramientas adecuadas en las aulas puede limitar las oportunidades para explorar la geometría de manera interactiva, afectando negativamente el desarrollo de habilidades espaciales y geométricas esenciales. Esta limitación también afecta la capacidad de adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje. Algunos niños pueden beneficiarse más de la manipulación física, mientras que otros pueden aprender mejor a través de enfoques visuales. La falta de variedad en las estrategias de enseñanza puede dejar rezagados a algunos estudiantes, afectando negativamente su proceso de aprendizaje y su desarrollo académico.

Este artículo científico se inscribe en un contexto educativo que demanda con urgencia innovaciones pedagógicas para abordar el desarrollo de habilidades geométricas en niños de edades comprendidas entre los 4 y 7 años. La infancia temprana se identifica como un período crítico para la formación de los cimientos cognitivos, y la geometría, intrínsecamente ligada a la naturaleza, emerge como un vehículo atractivo para estimular la curiosidad innata de los niños. En este marco, la aplicación del modelado de patrones fractales en plantas, haciendo uso de Python como herramienta central, se erige como una estrategia educativa pionera y altamente pertinente. La elección de Python como

lenguaje de programación central se justifica por su robustez técnica y su versatilidad. Este enfoque permite adaptar la complejidad de los modelos fractales según la edad y las habilidades individuales de los niños, garantizando una experiencia de aprendizaje personalizada que se ajusta al ritmo de cada estudiante.

La visualización de patrones fractales en plantas mediante Python no solo busca transmitir conocimientos geométricos, sino también fomentar una comprensión más profunda desde las primeras etapas del desarrollo.

Más allá de su componente educativo, la elección específica de utilizar patrones fractales en plantas como contexto proporciona una dimensión adicional a esta propuesta pedagógica. Busca no solo enseñar conceptos geométricos, sino también cultivar una apreciación más amplia por la belleza intrínseca y la estructura orgánica presente en la naturaleza.

Este enfoque holístico no solo contribuye al desarrollo cognitivo, sino que también busca fortalecer la conexión emocional de los niños con el entorno natural, estableciendo así una base sólida para el aprendizaje continuo a lo largo de sus vidas.

Objetivo

Objetivo general:

Evaluar la eficacia de la introducción del modelado patrones fractales en plantas mediante Python para el desarrollo de habilidades geométricas en niños de 4-7 años.

Objetivos específicos:

- Investigar y revisar la literatura existente sobre patrones fractales en la naturaleza y su influencia en el desarrollo de habilidades geométricas, especialmente en niños de 4 a 7 años.
- Diseñar y desarrollar un programa en Python que permita modelar patrones fractales en representaciones visuales de plantas.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos del desarrollo de habilidades geométricas en los dos grupos de experimentación.
- Lograr la identificación de figuras geométricas en ambos grupos mediante la visualización en Python de patrones fractales en plantas.

METODOLOGÍA

La metodología de este artículo fue experimental. En primera instancia se hizo una investigación de patrones fractales en plantas y se realizó una revisión bibliográfica de estudios sobre patrones fractales en la morfología de plantas.

Y después se identificaron características geométricas clave presentes en estos patrones. Después se desarrollaron los modelos fractales en Python mediante la utilización de algoritmos fractales (por ejemplo, el conjunto de Mandelbrot, algoritmo de Barnsley) para generar representaciones de patrones fractales en plantas. También

se implementó en Python un entorno interactivo y amigable para niños, utilizando bibliotecas gráficas como Matplotlib o Turtle. Después de eso se crearon actividades didácticas que incorporen el modelo de Python para mostrar y explorar patrones fractales en plantas. También se evaluó la efectividad del modelo mediante la participación de niños en sesiones educativas piloto. Por último, se hizo un análisis de resultados para evaluar el impacto del uso de patrones fractales en plantas mediante Python en el desarrollo de habilidades geométricas.

1era semana:

Materiales:

- Hojas de colores
- Tijera
- Goma

Desarrollo: Se trabajo con niños de 4 años (13 alumnos) y niños de 1ero de primaria (7 alumnos). La primera actividad se realizó con los niños de 4 años que consistió en realizar “flores fractales” pegando hojas recortadas en forma de pétalos una encima de otra y cada vez estas hojas recortadas se hacían más pequeñas. Todos los niños la realizaron correctamente



Esta misma actividad se realizó con los niños de 1ero de primaria. En la cual todos los niños la realizaron correctamente.

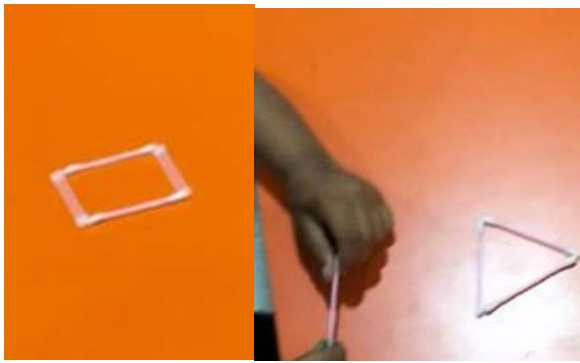


2da semana:

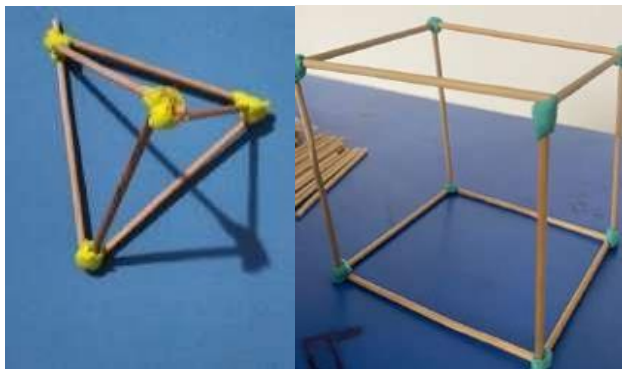
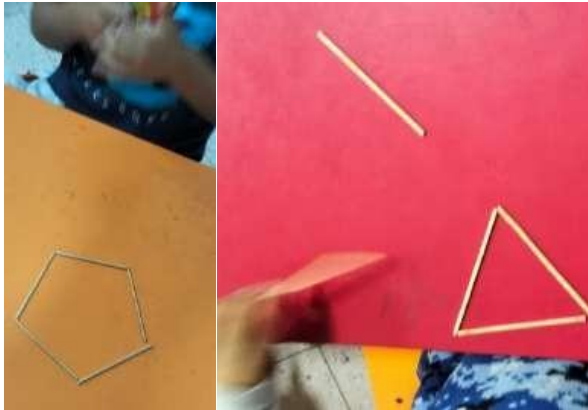
Materiales:

- Palitos mondadientes
- Hisopos

Desarrollo: Se trabajo con los niños de 4 años (13 alumnos) y niños de 1ero de primaria (7 alumnos). La primera actividad la realizaron los niños de 4 años, que visualizaron plantas con patrones fractales como la Crassula y la Dahlia y después les proporcionamos hisopos para que hicieran la figura geométrica que les parecía ver en la planta.



Esta misma actividad se realizó con los niños de 1ero de primaria. Pero en vez de hisopos utilizaron palitos mondadientes.

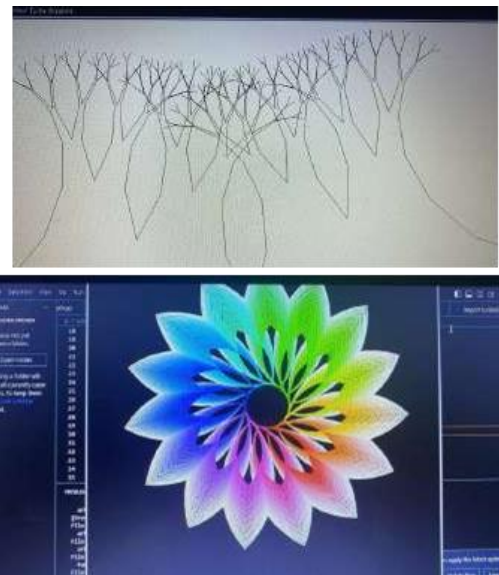
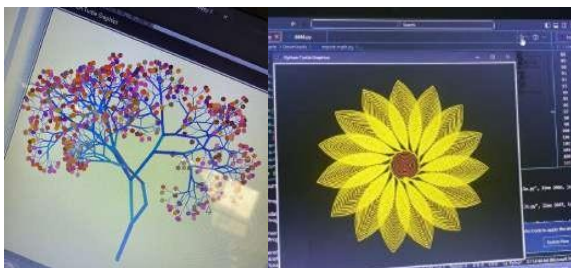


3era semana:

Materiales:

- Laptop
- IA (Chatgpt)

Desarrollo: Se consultaron codigos sobre plantas fractales en python a la Inteligencia Artificial Chatgpt, los códigos que daban eran algo básicos así que los modificamos y se enseñaron el producto de esos códigos a ambos grupos de edades (4 años y 1ero de primaria.

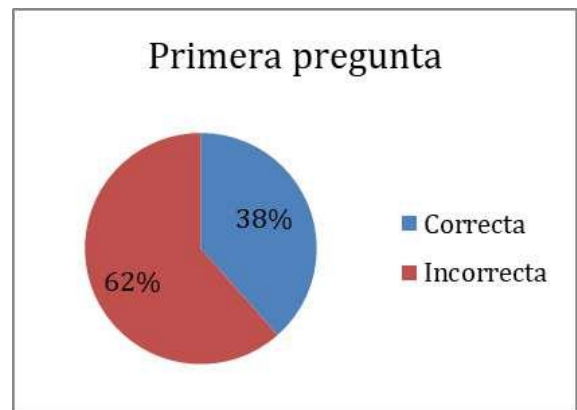


RESULTADOS

Se hicieron cuatro pruebas, dos antes de haber implementado los patrones fractales en plantas en su educación, y dos después de haber implementado los patrones fractales en plantas en su educación para saber sus conocimientos geométricos. Cabe recalcar que los dos últimos exámenes fueron más difíciles que los dos primeros.

En la primera prueba antes de haber implementado los patrones fractales en plantas en su educación participaron 13 niños de 4-5 años.

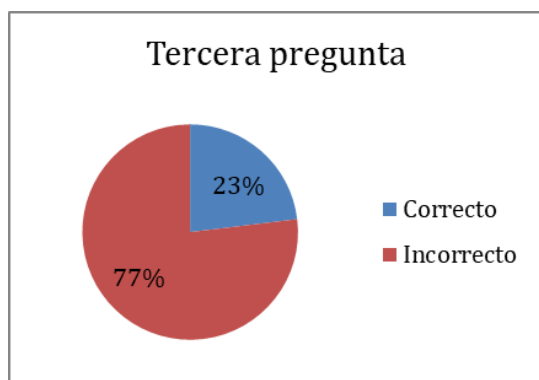
En la primera pregunta 5 de 13 niños contestaron correctamente.



En la segunda pregunta 6 de 13 niños contestaron correctamente.



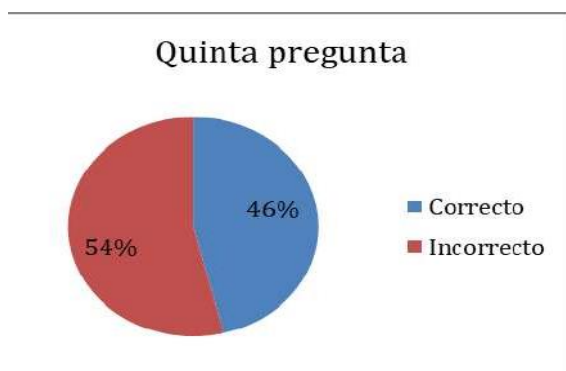
En la tercera pregunta 3 de 13 niños contestaron correctamente.



En la cuarta pregunta 5 de 13 niños contestaron correctamente.

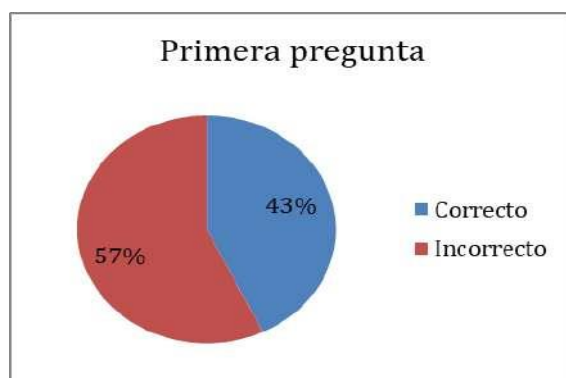


En la quinta pregunta 6 de 13 niños respondieron correctamente.

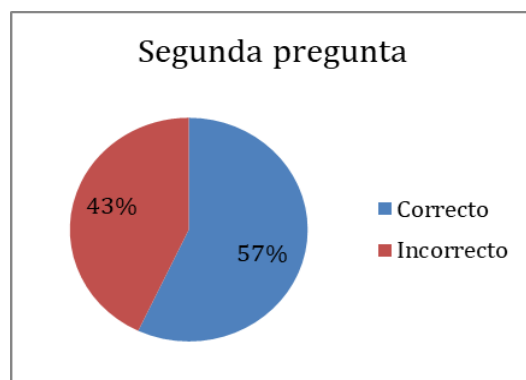


En la segunda prueba antes de haber implementado los patrones fractales en plantas en su educación. Participaron 7 niños de 6-7 años.

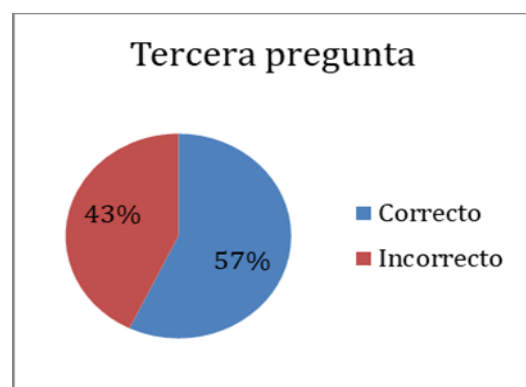
En la primera pregunta 3 de 7 niños contestaron correctamente.



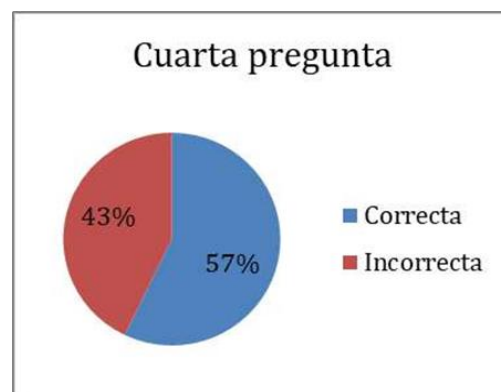
En la segunda pregunta 4 de 7 niños contestaron correctamente.



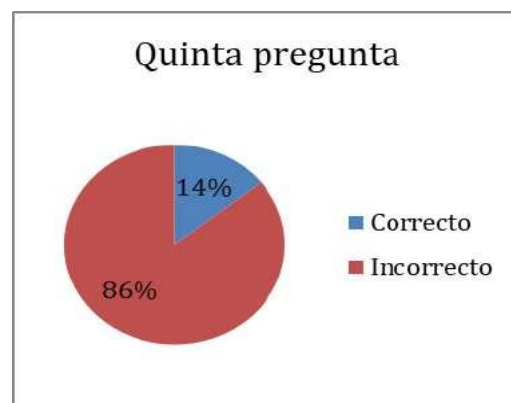
En la tercera pregunta 4 de 7 niños respondieron correctamente.



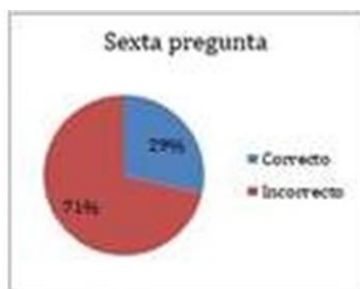
En la cuarta pregunta 4 de 7 niños respondieron correctamente.



En la quinta pregunta 1 de 7 niños respondieron correctamente.



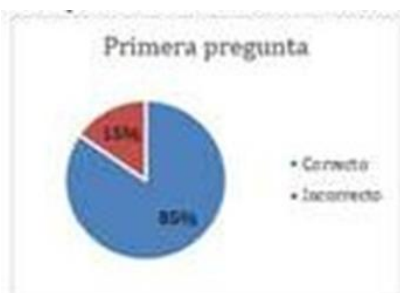
En la sexta pregunta 2 de 7 niños contestaron correctamente.



En la séptima pregunta 3 de 7 niños correctamente.



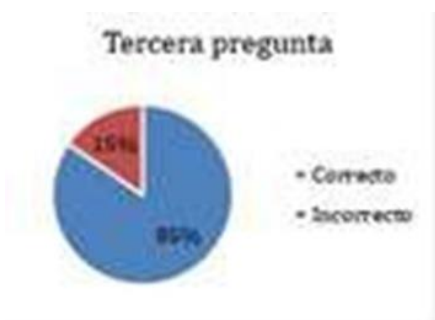
En la primera prueba, después de haber implementado patrones fractales en plantas en su educación, participaron 13 niños de 4-5 años. En la primera pregunta de esta prueba 11 de 13 niños respondieron correctamente.



En la segunda pregunta, 12 de 13 niños respondieron correctamente.



En la tercera pregunta, 11 de 13 años respondieron correctamente.



En la cuarta pregunta 13 de 13 niños respondieron correctamente.



En la quinta pregunta, 10 de 13 niños respondieron correctamente.



En la segunda prueba, que se realizó después de aplicar los patrones fractales, participaron 8 niños de 6-7 años.



En la segunda pregunta 8 de 8 niños respondieron correctamente.



En la tercera pregunta 7 de 8 niños respondieron correctamente.



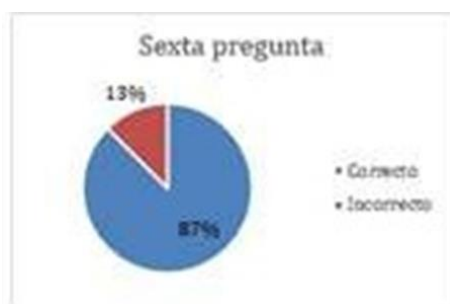
En la cuarta pregunta 7 de 8 niños respondieron correctamente.



En la quinta pregunta, 8 de 8 niños respondieron correctamente



En la sexta pregunta 7 de 8 niños respondieron correctamente.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La fusión entre la geometría fractal y la teoría del caos delinea un fascinante ámbito de investigación interdisciplinaria, donde la intrincada complejidad se entrelaza con los principios fundamentales del análisis matemático. La teoría del caos, tal como la expone Mandelbrot (1982), ofrece un marco esencial para desentrañar las dinámicas de sistemas caóticos, subrayando la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales. Este enfoque caótico, combinado con la convergencia tecnológica que redefine nuestro entorno contemporáneo (Chavil et al., 2020), desencadena la generación de fractales a partir de ecuaciones que capturan estas complejidades.

Este diálogo entre geometría fractal y teoría del caos revela una conexión profunda entre la estructura matemática y los fenómenos caóticos, arrojando luz sobre la intrincada danza de sistemas que exhiben comportamientos caóticos. La sensibilidad extrema a las condiciones iniciales, como

Mandelbrot ilustra, no solo confiere singularidad a cada sistema, sino que también proporciona la base para la formación de patrones fractales a través de ecuaciones específicamente diseñadas.

La convergencia tecnológica, señalada por Chavil et al. (2020), aporta una capa adicional a esta ecuación, infundiéndole la generación de fractales con aplicaciones prácticas en el mundo contemporáneo. Este fenómeno dinámico, donde diversas tecnologías convergen para dar origen a innovaciones revolucionarias, se refleja en la capacidad de las ecuaciones fractales para modelar fenómenos naturales y abstractos de manera cada vez más precisa.

En resumen, la intersección entre geometría fractal, teoría del caos y convergencia tecnológica no solo ofrece una ventana única para comprender la complejidad inherente a nuestro entorno, sino que también abre nuevas posibilidades para la aplicación de estas ideas en diversos campos. Este diálogo continuo entre disciplinas matemáticas y tecnológicas promete seguir siendo una fuente inagotable de descubrimientos y avances, enriqueciendo nuestra comprensión del mundo que habitamos.

La primera infancia, una fase crítica en el desarrollo humano, se presenta como un periodo de rápida maduración y adquisición de conocimientos. La formación acelerada de conexiones sinápticas en respuesta a las experiencias del entorno durante los primeros tres años, según Barberán et al. (2019), sugiere una ventana única para explorar la visualización y comprensión de fractales como un beneficio cognitivo para los niños. Quizás la clave radica en un enfoque gradual y guiado.

Si bien la primera infancia es un momento crítico para el desarrollo cognitivo, la introducción a fractales debe ser cuidadosa y adaptada al nivel de comprensión de cada niño. La visualización de fractales puede proporcionar estímulos visuales únicos, pero su implementación debe considerar la capacidad cognitiva en evolución de los niños y equilibrar la autoorganización.

La primera infancia, una fase crítica en el desarrollo humano, se presenta como un periodo de rápida maduración y adquisición de conocimientos. La formación acelerada de conexiones sinápticas en respuesta a las experiencias del entorno durante los primeros tres años, según Barberán et al. (2019), sugiere una ventana única para explorar la visualización y comprensión de fractales como un beneficio cognitivo para los niños. Quizás la clave radica en un enfoque gradual y guiado.

Interconexión entre Geometría Fractal y Teoría del Caos:

- La geometría fractal y la teoría del caos están estrechamente vinculadas, ya que la teoría del caos proporciona un marco esencial para comprender las dinámicas de sistemas caóticos, destacando la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales.
- La generación de fractales, a través de ecuaciones que capturan complejidades, permite modelar fenómenos

naturales y abstractos, añadiendo una dimensión matemática significativa.

Convergencia Tecnológica y Auto semejanza:

- La convergencia tecnológica, donde diversas tecnologías se fusionan para crear innovaciones, comparte similitudes con la auto semejanza de los fractales. Ambos conceptos tienen el potencial de catalizar la innovación al revelar patrones y relaciones ocultos.
- Tanto la auto semejanza como la convergencia tecnológica abren nuevas fronteras, posibilitando soluciones y aplicaciones innovadoras que antes eran inaccesibles.

Importancia de la Primera Infancia y Beneficios Cognitivos:

- La visualización y comprensión de fractales se asocian con beneficios cognitivos en niños, especialmente durante la fase crucial de la primera infancia.
- El rápido crecimiento de conexiones sinápticas durante este período se relaciona con la capacidad de los fractales para organizar patrones complejos de manera autoorganizativa.

Python como Herramienta Poderosa en Generación de Fractales:

- Python, con su sintaxis clara y legible, se destaca como un lenguaje de programación versátil y poderoso para la generación y visualización de fractales.
- La capacidad de Python para implementar algoritmos iterativos y funciones matemáticas complejas lo convierte en una herramienta valiosa en el ámbito de la programación de fractales.

Caos Determinista no Lineal y Dependencia Exquisita:

- El caos determinista no lineal, con su comportamiento complejo y la dependencia extrema de las condiciones iniciales, establece las bases para la generación de fractales.
- La dependencia exquisita del resultado fractal de las condiciones iniciales demuestra la naturaleza impredecible y sensible a pequeñas variaciones en sistemas caóticos.

Tipos de Fractales y Categorización:

- La categorización de tipos de fractales, como los de transformación afín, funciones recursivas, la curva de Peano y fractales geométricos, proporciona un marco claro para comprender y clasificar estas estructuras matemáticas con propiedades distintivas.

Observación Matemática de Fractales en la Naturaleza:

- La observación detallada de fractales en hojas y plantas desde una perspectiva matemática rigurosa identifica patrones recurrentes en la ramificación de árboles, formas de hojas, disposición de pétalos en flores y sistemas de raíces.

- Este análisis permite una comprensión matemática precisa de cómo la formación fractal en la naturaleza se deriva de principios geométricos subyacentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 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://scielo.iics.una.py/pdf/academo/v6n2/2414-8938-academo-6-02-124.pdf>
- [2] Cangas, D., Morga, G. & Rodríguez, J. L. (2019). 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>
- [3] 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>
- [4] Mandelbrot, B. (1982). *The fractal geometry of nature*. New York: Updated and augm. (Pág. 506). https://archive.org/details/fractalgeometry_o00beno
- [5] 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
- [6] Guzmán, A, Ceballos, G (2022). Articular la Enseñanza de la Geometría Con el Arte a Partir de “Fractales en la Naturaleza” Como Estrategia Para El Fortalecimiento de Las Competencias Básicas en Estudiantes de Grado Quinto. Universidad de Santander Facultad de Ciencias Sociales Maestría en Tecnologías Aplicadas a la Educación Quimbaya, Quindío. https://www.canva.com/design/DAFtlpN7bU/2of0ELdqfKrPOR_N2sL0Aw/edit
- [7] Cecilia, E. (2023). Kirigami, ESTRUCTURAS GEOMÉTRICAS FRACTALES Y ONDAS DE LUZ. Universidad de Carabobo, UC. 1.C. Sandoval-RuizKirigamiluzyGeometraenArquitec tura.pdf