



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 21 de enero de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Lissa María Silva Perdomo, con C.C. No. 1080181179,

Claudia Gimena Rivera Rivera, con C.C. No. 1075231084,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

Titulado La geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de grado séptimo.

presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de

Magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** La geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo grado.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido

Primero y Segundo Nombre

Rivera Rivera

Claudia Gimena

Silva Perdomo

Lissa María

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido

Primero y Segundo Nombre

Montealegre Cárdenas

Mauro

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido

Primero y Segundo Nombre

Obregón Neira

Nelson

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad

**FACULTAD:** Ciencias exactas y naturales

**PROGRAMA O POSGRADO:** Maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:**2022

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 196

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas 20 Fotografías 21 Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general 5 Grabados \_\_\_ Láminas \_\_\_  
Litografías \_\_\_ Mapas 1 Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_ Tablas o Cuadros  
12

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: Word o PDF

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. geometría fractal	fractal geometry
2. secuencia didáctica	didactic sequence
3. interdisciplinariedad	interdisciplinarity
4. pensamiento complejo	complex thinking

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La investigación desarrolló una estrategia didáctica interdisciplinar a través de la geometría fractal articulada con matemáticas, educación artística y educación física en los estudiantes del grado séptimo de la institución San Miguel y Cansarrocines del municipio de la Plata – Huila. Fue una investigación cualitativa con diseño de Investigación-Acción y una población de 25 estudiantes de las instituciones San Miguel y 12 estudiantes de Cansarrocines. Se aplicó, una encuesta a estudiantes y docentes, se realizó una revisión del estado del arte del rendimiento académico en matemáticas, Educación física y artística. En los resultados, se halló, que la mayoría de los estudiantes de las instituciones San Miguel y Cansarrocines tienen un rendimiento Básico en matemáticas; pero, en Educación física y Artística es Superior y Alto. Los escolares de ambas instituciones muestran interés por artística y Educación física; no tienen preferencia por las matemáticas. Los docentes están interesados en desarrollar el currículo vinculando otras áreas y conocer conceptos sobre geometría fractal. En las evaluaciones de las actividades predominó el nivel Básico, es



decir, que superaron algunos de los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal.

Logramos concluir que, los escolares mostraron mayor interés por la geometría fractal y sus desempeños en educación física y artística son mejores que en matemáticas. La integración del currículo entre educación artística, educación física y matemáticas fue posible gracias a la secuencia didáctica cuyo eje temático fue la geometría fractal, evidenciándose que desarrollar actividades interdisciplinarias, es positivo para desarrollar las temáticas establecidas.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The research developed an interdisciplinary didactic strategy through fractal geometry articulated with mathematics, artistic education and physical education in the seventh grade students of the San Miguel y Cansarrocines institution in the municipality of La Plata - Huila. It was a qualitative investigation with an Action-Research design and a population of 25 students from San Miguel institutions and 12 Cansarrocines students. A survey was applied to students and teachers; A review of the state of the art of academic performance in mathematics, physical and artistic education was carried out.

In the results, it was found that the majority of the students of the San Miguel and Cansarrocines institutions have a basic performance in mathematics; but, in Physical and Artistic Education it is Superior and High. Schoolchildren from both institutions show an interest in art and physical education; they have no preference for mathematics. Teachers are interested in developing the curriculum linking other areas and learning about fractal geometry concepts. In the evaluations of the activities, the basic level predominated, that is, that they surpassed some of the necessary performances in relation to the identification of elements of fractal geometry.

It was concluded that the schoolchildren showed greater interest in fractal geometry and their performance in physical and artistic education is better than in mathematics. The integration of the curriculum between artistic education, physical education and mathematics was possible to the didactic sequence whose thematic axis was fractal geometry, showing that developing interdisciplinary activities is positive for developing the established themes.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Carlos Javier Martínez Moncaleano

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 4</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Firma: *Carlos Juan M.*

Nombre Jurado: EDINSON OSWALDO DELGADO RIVAS

Firma: *Edinson*

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**La geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo grado.**

**Claudia Gimena Rivera Rivera**

**Código 20201185252**

**Lissa María Silva Perdomo**

**Código 20201185266**

**Universidad Surcolombiana**

**facultad de ciencias exactas**

**Maestría estudios interdisciplinarios de la complejidad**

**Neiva, Colombia**

**2021**

**La geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo grado.**

**Claudia Gimena Rivera Rivera**

**Código 20201185252**

**Lissa María Silva Perdomo**

**Código 20201185266**

**Trabajo de investigación presentado como requisito para obtener el título de magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad**

**Asesor**

**Nelson Obregón Neira**

**Universidad Surcolombiana**

**facultad de ciencias exactas**

**Maestría estudios interdisciplinarios de la complejidad**

**Neiva, Colombia**

**2021**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Presidente



---

**Msc. EDINSON OSWALDO DELGADO RIVAS**

Jurado



---

**Msc. CARLOS JAVIER MARTÍNEZ MONCALEANO**

Jurado

## **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo, primeramente a Dios, por habernos dado la oportunidad de realizar estos estudios de maestría en el cual, crecimos como persona y profesionales, para contribuir con nuestras capacidades a un mejor desarrollo de las personas que están a nuestro alrededor.

A, nuestras familias y seres queridos, por ser quienes nos inspiran para siempre emprender la búsqueda de ser dignos y mejores personas cada día, quienes estuvieron brindándonos apoyo incondicional durante el proceso de esta maestría y por ser nuestra inspiración para capacitarnos académicamente y formarnos como personas de bien cada día más.

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestros agradecimientos a:

La gobernación del Huila, en la dirección de Carlos Julio González Villa por brindarnos la oportunidad de alcanzar esta meta, al ser partícipes del programa Becas de Maestría para Docentes del Huila.

El Dr. Mauro Montealegre Cárdenas, coordinador de la maestría, quien además de ser un referente fundamental con sus trabajos, nos ofreció acompañamiento, entrega de ideas y orientación constante para el desarrollo de este estudio.

El Dr. Nelson Obregón Neira, por poner a nuestra disposición sus conocimientos y trayectoria para fortalecer este proyecto.

La cada uno de los docentes de la maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad, a María Fernanda por su paciencia y dedicación.

Los estudiantes, padres de familia, directivos y docentes de la Institución Educativa San Miguel y Cansarrocines, por permitir la aplicación del proyecto de tesis la geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas, mediante la educación artística y la educación física.

Nuestras familias y compañeros de trabajo, por aportarnos motivación, soporte y paciencia en las en las diferentes presentadas y cada una de las etapas de desarrollo de esta investigación.

Y a todas las personas que aportaron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

## Resumen

La investigación desarrolló una estrategia didáctica interdisciplinar a través de la geometría fractal articulada con matemáticas, educación artística y educación física en los estudiantes del grado séptimo de la institución San Miguel y Cansarrocines del municipio de la Plata – Huila. Fue una investigación cualitativa con diseño de Investigación-Acción y una población de 25 estudiantes de las instituciones San Miguel y 12 estudiantes de Cansarrocines. Se aplicó, una encuesta a estudiantes y docentes y se realizó una revisión del estado del arte del rendimiento académico en matemáticas, Educación física y artística.

En los resultados, se halló que la mayoría de los estudiantes de las instituciones San Miguel y Cansarrocines tienen un rendimiento Básico en matemáticas; pero, en Educación física y Artística es Superior y Alto. Los escolares de ambas instituciones muestran interés por artística y Educación física; no tienen preferencia por las matemáticas. Los docentes están interesados en desarrollar el currículo vinculando otras áreas y conocer conceptos sobre geometría fractal. En las evaluaciones de las actividades predominó el nivel Básico, es decir, que superaron algunos de los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal.

Se pudo concluir que, los escolares mostraron mayor interés por la geometría fractal y sus desempeños en educación física y artística son mejores que en matemáticas. La integración del currículo entre educación artística, educación física y matemáticas fue posible gracias a la secuencia didáctica cuyo eje temático fue la geometría fractal, evidenciándose que desarrollar actividades interdisciplinarias, es positivo para desarrollar las temáticas establecidas.

**Palabras claves:** geometría fractal, secuencia didáctica, interdisciplinariedad, pensamiento complejo

### **Abstract**

The research developed an interdisciplinary didactic strategy through fractal geometry articulated with mathematics, artistic education and physical education in the seventh grade students of the San Miguel y Cansarrocines institution in the municipality of La Plata - Huila. It was a qualitative investigation with an Action-Research design and a population of 25 students from San Miguel institutions and 12 Cansarrocines students. A survey was applied to students and teachers; A review of the state of the art of academic performance in mathematics, physical and artistic education was carried out.

In the results, it was found that the majority of the students of the San Miguel and Cansarrocines institutions have a basic performance in mathematics; but, in Physical and Artistic Education it is Superior and High. Schoolchildren from both institutions show an interest in art and physical education; they have no preference for mathematics. Teachers are interested in developing the curriculum linking other areas and learning about fractal geometry concepts. In the evaluations of the activities, the basic level predominated, that is, that they surpassed some of the necessary performances in relation to the identification of elements of fractal geometry.

It was concluded that the schoolchildren showed greater interest in fractal geometry and their performance in physical and artistic education is better than in mathematics. The integration of the curriculum between artistic education, physical education and mathematics was possible to the didactic sequence whose thematic axis was fractal geometry, showing that developing interdisciplinary activities is positive for developing the established themes.

**Keywords:** fractal geometry, didactic sequence, interdisciplinarity, complex thinking

## Contenido

1	16
2	17
3	18
3.1	18
3.2	18
1.1	19
4	20
4.1	20
4.2	24
4.3	26
5	29
5.1	29
5.1.1	29
5.1.2	30
5.1.3	31
5.1.4	32
5.2	33
5.3	35
5.4	36
5.4.1	36
5.4.1.1	37
5.4.1.2	37
5.4.2	38
5.4.3	39

5.4.4	40
5.4.4.1	41
5.4.4.2	42
5.4.4.3	43
5.4.4.4	45
5.4.4.5	46
5.4.4.6	47
5.4.5	48
5.4.5.1	49
5.4.5.2	49
5.4.5.3	50
5.4.5.4	50
5.4.5.5	51
5.4.5.6	51
5.4.5.7	52
5.4.5.8	52
5.4.6	52
5.4.6.1	53
5.4.7	54
5.4.7.1	56
5.4.7.2	59
5.4.8	59
5.4.8.1	59
5.4.8.2	60

5.4.8.2.1	60
5.4.8.2.2	62
5.4.8.3	62
5.4.8.3.1	63
5.4.8.3.2	64
5.4.8.3.3	67
5.4.9	70
5.4.9.1	70
5.4.10	75
5.4.11	82
5.4.12	83
5.4.12.1	83
5.4.12.2	83
5.4.12.3	85
6	87
6.1	87
6.2	87
7	87
7.1	88
7.2	89
7.3	90
7.4	91
7.4.1	91
7.4.2	91
8	92

8.1 93

8.2 97

8.3 100

8.4 **¡Error! Marcador no definido.**

8.5 107

8.6 115

9 117

10 120

11 128

Y ya tienes tu tarjeta del triángulo de Sierpinski para poner en cualquier rincón. 139

## Lista de figuras

Figura 1. Localización del municipio de la Plata, Huila	34
Figura 2. Conjunto de Mandelbrot	43
Figura 3. Conjunto de Cantor	45
Figura 4. Triángulo de Sierpinski	46
Figura 5. La Alfombra De Sierpinski	47
Figura 6. Iteraciones curvas de Koch	48
Figura 7. Género y curso de los escolares I.E San Miguel	98
Figura 8. Preferencia por las asignaturas de matemáticas, educación física y educación artística I. E San Miguel	98
Figura 9. Conceptos matemáticos desde el área de educación física y artística	99
Figura 10. Sugerencia sobre la temática para mejorar en la clase de matemáticas estudiantes I.E San Miguel	100
Figura 11. Género y curso de los escolares I.E Cansarrocines	100
Figura 12. Preferencia por las asignaturas de matemáticas, educación física y educación artística I. E Cansarrocines	101
Figura 13. Conceptos matemáticos desde el área de educación física y artística I.E Cansarrocines	102
Figura 14. Sugerencia sobre la temática para mejorar en la clase de matemáticas estudiantes I.E Cansarrocines	103
Figura 15. Edad de los docentes	104
Figura 16. Área de desempeño de los docentes encuestados	104
Figura 17. Formación académica de los docentes encuestados	105
Figura 18. Desarrollo del currículo vinculando otras áreas	105
Figura 19. Interés es implementar estrategias que involucren las matemáticas, la artística y la	12

educación física	106
Figura 20 Aplicación de estrategias	106
Figura 21. Interés en conocer conceptos de la geometría fractal	107
Figura 22. Análisis general de la evaluación formativa	114

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Análisis de los rendimientos académicos de los estudiantes Institución San Miguel	93
Tabla 2. Análisis de los rendimientos académicos de los estudiantes Institución Cansarrocines	94
Tabla 3. Resultados estudiantes I.E San miguel	108
Tabla 4. Resultados estudiantes I.E Cansarrocines	111

## **Lista de Anexos**

Anexo A. secuencia didáctica	130
Anexo B. Cronograma	149
Anexo C. Encuesta inicial a estudiantes	150
Anexo D. Encuesta a docentes	152
Anexo E. Mentefacto	154
Anexo F. Rubrica de evaluación	156
Anexo G. Escala evaluativa	158
Anexo H. Evidencias fotográficas San Miguel	159

## **1 Introducción**

El presente trabajo de investigación se desarrolla dentro de la Maestría de Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad ofrecida por la Universidad Surcolombiana de la ciudad de Neiva, mediante convenio con la Gobernación del Huila y su Secretaría de Educación; y se inscribe dentro de la línea de investigación de Ciencias de la complejidad en educación.

Para dar inicio a esta investigación, se tuvo en cuenta el currículo de las áreas de matemáticas, artística y educación física, que está linealizado por parte del Ministerio de Educación Nacional en las instituciones educativas, con unos estándares impuestos y que deben cumplirse al pie de la letra.

En las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines, el currículo está diseñado de una manera netamente lineal, con un contenido temático específico, que debe ser llevado a cabo por docentes y estudiantes, de tal forma que se cumplan los tiempos a la hora de realizarlo.

## 2 Justificación

La presente tesis busca mostrar la importancia de introducir la geometría fractal, en la educación media; articulada con las áreas de matemáticas, artística y educación física. Esta articulación pretende que los estudiantes del grado séptimo de las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines del municipio de La Plata, adquieran aprendizajes significativos mediante la transversalización de las mismas y conceptualicen temáticas.

Son dos los documentos que definen los ejes del currículo de matemáticas en Colombia, respecto a las matemáticas escolares que se orientan en las instituciones educativas de Educación Básica Secundaria y Media, a saber: Los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (Ministerio de Educación Nacional, 1998) y los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas (MEN, 2006), promulgados por el Ministerio de Educación Nacional.

En los Lineamientos Curriculares de Matemáticas se hace una revisión histórica y reflexiva de los elementos que debe abarcar el currículo de matemáticas escolares y se definen: los procesos generales que tienen que ver con el aprendizaje de las matemáticas, los conocimientos básicos de matemáticas a ser enseñados y el contexto o ambientes en los que ocurre el aprendizaje.

### **3 Planteamiento del problema de investigación**

#### **3.1 Descripción del problema**

Los estudiantes del grado séptimo de las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines Sede San Francisco del municipio de La Plata, presentan poco interés y dificultad en el aprendizaje del área de matemáticas y sus aplicaciones; es una de las áreas en la cual los estudiantes presentan menos interés, debido a que las matemáticas producen temor y antipatía por la misma y sus asignaturas a la hora de trabajarlas. Por tal razón, se quiere buscar alternativas de cómo hacer uso de la geometría fractal en el aula para mejorar el proceso de aprendizaje haciendo uso de las artes y la educación física en el grado séptimo.

#### **3.2 Sistematización del problema**

¿Cuáles son los rendimientos académicos que tienen las estudiantes del grado séptimo de las instituciones en estudio, respecto a las áreas de educación física, artística, matemáticas y sus asignaturas?

¿Cómo orientar la didáctica de la fractalidad en la geometría, la estadística y la parte numérica a partir de la educación artística y la educación física en los estudiantes de grado séptimo de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines del municipio de la Plata – Huila?

¿Cómo convalidar la didáctica basada en la geometría fractal mediante la articulación de la educación física, la artística y la matemática?

¿Cuáles serían las recomendaciones a las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines del municipio de la Plata, para la implementación de la teoría fractal en sus currículos?

## **1.1 Enunciación del problema**

¿Cómo hacer uso de la geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del área de matemáticas mediante la educación artística y la educación física, en estudiantes de séptimo de las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines en el municipio de la Plata del departamento del Huila?

## 4 Antecedentes

### 4.1 Antecedentes internacionales

**Geometría Fractal En El Bachillerato: Una Propuesta Didáctica**, Miguel Mercado Martínez, Nacional autónomo de México, 1994.

En esta tesis se plantea una propuesta didáctica para la incorporación de los tópicos de las matemáticas contemporáneas, sistemas dinámicos, teoría del caos y lo que atañe a nuestro trabajo de tesis, geometría fractal en el currículo de bachillerato. Esta propuesta básicamente quiso plantear, diseñar, implementar y reflexionar sobre las experiencias vividas en el salón de clases.

Este trabajo presenta múltiples conclusiones acerca de la temática, si fue apta; si la entendieron; si fueron claros los conceptos y si podrían ser aplicados en un curso de bachillerato; a lo que las respuestas fueron positivas, pues el 80% de los estudiantes que tomaron el curso afirmaron que es una propuesta novedosa y fantástica; que permite modelar la naturaleza, que desarrolla habilidades y fomenta la creatividad y que se podría considerar la geometría del futuro.

**Fractales Una Nueva Mirada En La Enseñanza De La Geometría**, Oscar Sardella, Irene Zapico y Adriana Berrío, Unirioja, revista de didáctica de las matemáticas, 2006

Aportan una Propuesta didáctica sobre cómo los fractales son una nueva mirada en la enseñanza de la Geometría. Este tópico que proponen muestra la abundancia de formas pertenecientes a la geometría euclidiana. La propuesta se realiza o mejor, se lleva a cabo con el segundo año de la escuela media.

Los objetivos planteados con este trabajo se resumen en:

- Percibir que la matemática forma parte del trabajo cotidiano comprendiendo la naturaleza del pensamiento matemático, manejando y comunicando las ideas y los procedimientos básicos de esta ciencia.
- Valorar un espacio de investigación y el trabajo cooperativo en grupo para lograr objetivos en común.
- Tener curiosidad, apertura y duda como base del conocimiento científico.
- Valorar a la matemática como construcción humana.

La actividad tiene dos partes: la primera consiste en el trabajo de investigación y la segunda en el análisis de figuras fractales analizando transformaciones geométricas para el armado de la actividad.

En conclusión, la incorporación de los fractales en los distintos niveles educativos, contribuye no solo a desarrollar los objetivos establecidos para cada ciclo, sino además a valorar la actualización científica. Existen además razones puramente derivadas de la estética, o de la curiosidad, que producen la observación y el estudio analítico de estas curvas. Es importante señalar que, aunque los fractales no permiten explicar ni dar modelos para describir todas las formas naturales, por primera vez, hubo un acercamiento a un planteamiento que permite describir y dar respuesta a formas geométricas tan distintas como las que tienen los objetos descritos.

Además, el planteamiento es muy atractivo por dos razones: la primera, la sencillez, y por su capacidad para ser computarizado en forma relativamente sencilla y la segunda por dar modelos para representar y describir algorítmicamente una gran variedad de formas naturales. Se debe, por último, señalar el potencial interdisciplinario de estos objetos, como elementos que pueden constituir el eje sobre el cual distintas disciplinas pueden trabajar

coordinadamente.

**Una Propuesta Para La Enseñanza De Los Fractales En El Nivel Medio, Cintia G.**

Cianciardo, Martha B. Fascella y José A. Semitiel, Universidad Nacional del Rosario de Argentina, 2012

Presentan una propuesta de enseñanza para alumnos de 2º año del nivel Secundario que tiene como propósito hacer conocer el por qué, el para qué y el cómo introducir conceptos de la Geometría Fractal en dicho nivel. El estudio de los fractales permite relacionar lo científico, con la tecnología, el arte, etc. Es una excelente ocasión para introducir a los alumnos en el nuevo mundo a que dieron lugar estos maravillosos objetos matemáticos que encuentran tantas representaciones en el mundo que nos rodea ya que resulta de interés por muchas razones, y no sólo por las de tipo curricular que se mencionó al principio, sino además por la actualización científica y el enorme potencial interdisciplinar de estos objetos.

Entre sus objetivos se pretende mostrar dos aspectos básicos que pueden tenerse en cuenta para mejorar y fomentar la enseñanza de la Matemática y en particular de la Geometría: el *dinamismo y la evolución de la ciencia*, a partir de la presentación y construcción de fractales; y las *aplicaciones variadas de los fractales* que tienen en los distintos campos del conocimiento.

En conclusión, esta propuesta, precisó revisar los modelos actuales de educación, ensanchar sus horizontes y alentar nuevas teorías para unir aprendizajes que, generalmente, están separados en la práctica educativa contemporánea. Este trabajo contribuye en este sentido pues las actividades planteadas en su mayoría conjugan conceptos ya adquiridos con observaciones o construcciones específicas de cada caso, demandando un accionar intelectualmente activo, condición vinculada al carácter formativo de la Matemática.

## **Introducción A La Geometría Fractal**, Patricio Alejandro Valdés Vasquez,

Universidad del Bío-Bío Chillón-Chile, 2016

Presenta esta tesis como Memoria para optar al título de profesor de enseñanza media en educación matemática presenta un estudio denominado Introducción a la Geometría Fractal. En esta memoria se introducen los conceptos y características esenciales de los fractales, sus construcciones, lugar donde los podemos encontrar y la aplicación de ellos. Además, se teoriza con los conjuntos de Julia y Mandelbrot, finalizando con la relación que se establece con la Teoría del Caos.

Finalmente concluye que la geometría fractal es una geometría joven, que cumple con ciertas condiciones, que posee algunas características esenciales para poder ser construida. Además, existen distintos tipos y formas ocupando los números complejos, como base en algunas estructuras. Existen distintos tipos de figuras y dimensiones. Esta geometría se diferencia de la euclidiana, por no cumplir todos sus postulados.

Existe una relación entre esta geometría y la teoría del caos, ya que ambas comparten algunas propiedades y pueden dar solución a problemas que no los tenían. La geometría fractal es una geometría que viene a solucionar el dilema de cómo se comporta la naturaleza. Esta geometría, es interdisciplinaria, porque abarca distintas áreas, siendo gran parte de ellas muy distintas. Con ella se pueden introducir o enseñar distintos contenidos en la enseñanza media o superior como lo son sucesiones, series, parámetros, áreas, dimensiones etc.

En el año 2010, Manuel Alfaro A. Escuela de Matemática Instituto Tecnológico de Costa Rica Manuel Murillo T. Escuela de Matemática Instituto Tecnológico de Costa Rica Universidad Estatal a Distancia y Alberto Soto A. Escuela de Matemática Universidad Estatal a Distancia; nos presentan el libro “Fractales”.

Esta obra está dirigida, a estudiantes de Matemática y de Computación, de la misma manera, está dirigida también a todas aquellas personas que encuentran en las matemáticas el lenguaje universal para explicar los fenómenos en nuestro entorno y, por supuesto, a todos los que buscan en ella una puerta que los llevará hacia el conocimiento orientado al desarrollo científico y tecnológico.

Se pretende introducir, con un nivel intermedio, el tema de los fractales. Les interesa rescatar su desarrollo matemático: topología, teoría de la medida y geometría, sin olvidar la parte visual y las hermosas imágenes generadas por computadora que tienen estos conjuntos. En esta propuesta, se nos hace un esbozo de un marco conceptual sobre fractales, características, simulaciones y demás que son una fuente importante para nuestro trabajo de tesis

## **4.2 Antecedentes nacionales**

**Elementos de la geometría fractal como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento geométrico en estudiantes de la media básica del C.E. Bachillerato en Bienestar rural sede Ciato en el municipio de Pueblo Rico mediante elementos de la naturaleza**, Luz Adriana Cardona Grisales, Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de ciencias básicas, 2017.

El problema de esta investigación, radica en la dificultad en el aprendizaje de la geometría euclidiana y sus aplicaciones porque las matemáticas no son bien recibidas por parte de los mismos ya que estas les causan temor y antipatía a la hora de trabajarlas ya sea por comentarios externos o dificultad personal para entenderlas, por lo tanto la autora plantea una propuesta que integra la fractalidad en el plan de estudios del grado décimo de bachillerato, y desde esta estrategia metodológica permitir generar procesos del pensamiento

geométrico

La autora plantea como objetivo general, enseñar a los estudiantes del grado décimo del C.E. Bachillerato en Bienestar Rural Sede Ciató en el Municipio de Pueblo Rico, los conceptos básicos de la geometría fractal como estrategia didáctica para que desarrollen el pensamiento geométrico basados en una nueva estrategia metodológica (geometría fractal) a partir de algunos elementos de la naturaleza como los helechos.

La metodología utilizada fue usar una secuencia didáctica, para desarrollar los conocimientos básicos de la geometría fractal. Los profesores fueron creando con los estudiantes el diseño de actividades, con lo cual se pretende potenciar la participación activa de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje y de esta manera afianzar conceptos de la geometría Euclideana.

Mediante esta investigación se comprobó que las experiencias de exploración aplicadas a estudiantes y profesores propician nuevos aprendizajes y nuevos contextos de la perspectiva de las matemáticas. Hubo desarrollo de nuevos recursos para enseñar y de nuevas didácticas que el profesor podrá usar a futuro, tales como dobleces con hojas, de papel unidimensional y bidimensional para construir fractales.

Se puede concluir que, mediante esta propuesta se realizó una interacción más activa entre estudiantes y profesores, llevando con si una relación más estrecha entre los actores y al mismo tiempo una nueva estrategia en el desarrollo de las matemáticas a través de la naturaleza. De esta tesis podemos usar la secuencia didáctica como estrategia para fortalecer el pensamiento geométrico-métrico y además hacer una aproximación al pensamiento variacional.

### 4.3 Antecedentes regionales

**Fractalidad, Caos Y El Lenguaje Netlogo Como Agentes Integradores Del Currículo De Las Matemáticas Escolares**, Sixto Hernández Valencia y Luis Gabriel Vidal Rojas, Universidad Surcolombiana, 2019.

La finalidad de esta tesis consiste en mostrar la posibilidad latente y urgente de introducir las ciencias de la complejidad en la Educación Básica Secundaria y Media, a partir de un diseño adecuado del currículo de matemáticas, busca también mostrar la posibilidad de crear nexos entre fractalidad y caos y temas que comúnmente se consideran que son exclusivos de otras ciencias y disciplinas como la física, la biología, las artes y las finanzas.

El problema que trata esta tesis es ¿cómo rediseñar el currículo de matemáticas escolares, para potenciar el desarrollo de capacidades matemáticas de los estudiantes del grado 9° de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra de la ciudad de Neiva, a partir de la introducción de la fractalidad y el caos, usando como herramienta computacional la Modelación Basada en Agentes (lenguaje NetLogo®)?

El objetivo de la investigación corresponde a Plantear un diseño curricular que posibilite la introducción de la fractalidad y el caos, como ejes integradores del currículo de matemáticas del grado 9° de Educación Básica Secundaria, de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra, a partir de una metodología apoyada en el uso de la tecnología y la Modelación Basada en Agentes (lenguaje de programación computacional NetLogo®) y que permita concebir el currículo de matemáticas como un sistema complejo, interconectado con otras áreas del conocimiento.

En cuanto a la metodología, la presente tesis tiene un enfoque cualitativo, que va de lo

particular a lo general (proceso inductivo), teniendo en cuenta que se pretende plantear una serie de secuencias didácticas sobre fractalidad, caos y Modelación Basada en Agentes, que se pondrán en práctica con los estudiantes de grado Noveno de Educación Básica Secundaria para posteriormente establecer, de manera general, hasta qué punto, es posible desarrollar los pensamientos matemáticos y las capacidades correspondientes de una manera integrada, buscando la interdisciplinariedad con otras áreas.

Como conclusión, Como plus adicional se ha diseñado una página WEB que muestra el compendio del trabajo efectuado sumando además noticias, información, imágenes, fotos, videos, vínculos y demás, para hacer más atractiva el descubrir la temática relacionada con la complejidad y las ciencias que la componen, esta tesis está muy relacionada con la nuestra investigación y nos brinda diversos aspectos que podemos implementar.

**Didáctica En La Enseñanza De La “Fractalidad” En Educación Básica Desde Un Modelo Interdisciplinar Macta** (Matemáticas, Ciencias, Tecnología y Artes), Harol Augusto Vargas Quintero y Arbey Sánchez Rodríguez, universidad Surcolombiana, facultad de ciencias naturales y exactas, 2018.

El problema de esta investigación radica en fortalecer la enseñanza del pensamiento geométrico-métrico de forma interdisciplinar, tomando como objeto de estudio la teoría fractal, en la Institución Educativa Luis Carlos Trujillo Polanco del Municipio de la Plata – Huila.

El objetivo de la investigación radicó en Fortalecer el pensamiento geométrico-métrico a través del diseño de una estrategia didáctica, basada en un enfoque interdisciplinar, para aplicar conceptos básicos de la teoría fractal con los docentes y estudiantes del grado 9° de la institución Educativa Luis Carlos Trujillo Polanco del Municipio de la Plata, Huila.

El tipo de investigación es cualitativo y de carácter experimental, donde se vincula a docentes y estudiantes del grado 9°, en la Institución Educativa Luis Carlos Trujillo Polanco del Municipio de la Plata-Huila, en donde a los estudiantes se les mostrará, otra forma de ver la geometría, teniendo en cuenta los recursos del medio, implementando el desarrollo de una secuencia didáctica (Ver anexo 8) y software libre (GeoGebra) para comprender de manera práctica la geometría euclidiana vinculando la fractalidad. Esta iniciativa se aplica pretendiendo fortalecer en los estudiantes el pensamiento geométrico métrico. La investigación presenta propuestas de planes de aula y diarios de campo, se puede deducir que la estrategia interdisciplinar fue un éxito, ya que a la pregunta.

## **5 Fundamentos Teóricos**

### **5.1 Referentes legales**

El plan decenal del gobierno nacional establece como meta a Colombia la más educada en el 2025 en América Latina, esto con el fin de que los estudiantes sean ciudadanos competentes y mejoren la calidad de la educación colombiana, esto se ha difundido a través de diferentes documentos del Ministerio de Educación Nacional, entre estos los que se enfocan en los lineamientos que se refieren a nuevas concepciones sobre el currículo, los contenidos y la evaluación.

La presente investigación se basa en los estándares de calidad para el grado 9°, apoyado en la Constitución Política de Colombia (1991) en el Artículo 67, que consagra la educación como un derecho fundamental y más aún una educación de calidad según el artículo 28 de la ley 1098 de 2006. Los fines de la educación se establecen en la Ley 115 de 1994, se dan los objetivos para cada nivel y ciclo de educación formal, y la matemática está dentro de las áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento.

Además, se habla de cómo el Proyecto Educativo Institucional PEI es de la autonomía de las instituciones educativas; complementando el decreto 1860 de agosto 3 de 1994, en aspectos pedagógicos y sus desarrollos complementarios que permiten a los docentes conformar comunidades educativas de investigación que diseñan el currículo, hagan seguimiento, evaluación y retroalimentación del mismo como parte del PEI

#### **5.1.1 Estándares de calidad del área de matemáticas**

Las matemáticas y el lenguaje son fundamentales en el desarrollo de los estudiantes y son conocidos como las áreas que en forma especial ayudan a aprender a aprender y a

aprender a pensar. Además, dan al estudiante competencias básicas e indispensables para incorporarse en el mercado laboral.

Es muy importante lograr que la comunidad educativa entienda que las matemáticas son accesibles y aun agradables si su enseñanza se da mediante una adecuada orientación que implique una permanente interacción entre el maestro y sus alumnos y entre éstos y sus compañeros, de modo que sean capaces, a través de la exploración, de la abstracción, de clasificaciones, mediciones y estimaciones, de llegar a resultados que les permitan comunicarse, hacer interpretaciones y representaciones; en fin, descubrir que las matemáticas están íntimamente relacionadas con la realidad y con las situaciones que los rodean, no solamente en su institución educativa, sino también en la vida fuera de ella.

Es indudable que las matemáticas se relacionan con el desarrollo del pensamiento racional (razonamiento lógico, abstracción, rigor y precisión) y es esencial para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, pero, además -y esto no siempre ha sido reconocido-, puede contribuir a la formación de ciudadanos responsables y diligentes frente a las situaciones y decisiones de orden nacional o local y, por tanto, al sostenimiento o consolidación de estructuras sociales democráticas.

### ***5.1.2 Estándares Básicos de Calidad***

Los fines de la educación matemática no pueden dejar de lado las funciones políticas, sociales y culturales que cumple el proyecto educativo y por lo tanto deben considerar la sociedad a la que éste se orienta. En el caso colombiano es muy importante adquirir el compromiso de formar para la construcción y desarrollo de la tecnología, con un fuerte acento hacia el logro de valores sociales y al establecimiento de nexos con el mundo exterior.

El compromiso con los ideales democráticos se alcanza si en el aula se trabaja en un ambiente donde es posible la discusión y la argumentación sobre las diferentes ideas. Lo cual favorece el desarrollo individual de la confianza en la razón, como medio de autonomía intelectual, al tomar conciencia del proceso constructivo de las matemáticas para intervenir en la realidad. En cuanto a los nexos con el mundo externo, es importante trabajar con miras a preparar ciudadanos que puedan desempeñarse en la sociedad, y que sean aptos para la invención y aplicación de la tecnología.

### ***5.1.3 Organización de los estándares de matemáticas***

Los estándares que se describirán a continuación tienen en cuenta tres aspectos que deben estar presentes en la actividad matemática:

- Planteamiento y resolución de problemas
- Razonamiento matemático (formulación, argumentación, demostración)
- Comunicación matemática. Consolidación de la manera de pensar (coherente, clara, precisa)

Los estándares están organizados en cinco tipos de pensamiento matemático: cada uno de estos pensamientos apuntan a orientar los procesos curriculares y específicamente en las implicaciones pedagógicas que debemos como docentes tener en cuenta para mejorar las prácticas pedagógicas y correlacionar la enseñanza aprendizaje de las matemáticas con la resolución de situaciones de la vida cotidiana. De la misma manera se debe tener en cuenta que los estudiantes deben manejar unos conocimientos básicos-previos (medidas, símbolos, conocimientos algebraicos) que deben colocar en marcha para ayudar a dar solución a los planteamientos de situaciones reales.

#### **5.1.4 Formación Docente para la Calidad Educativa**

“En el marco de lo planteado en las bases del Plan de Desarrollo 2010 - 2014, el Plan Sectorial de Educación y el Plan Nacional de Formación Docente (PNFD); el Programa de Formación Profesional de Docentes y Directivos Docentes se encarga de definir, gestionar e implementar acciones y proyectos que permitan fortalecer los procesos formativos de los docentes y directivos docentes, para mejorar la calidad de la educación preescolar, básica y media. Promueve desde los subprocesos de formación inicial y continua la calidad y pertinencia de la formación complementaria, de pregrado y postgrado de docentes en las Facultades de Educación y en las Escuelas Normales Superiores, con el fin de garantizar la articulación de éstas con los planes y políticas del Ministerio de Educación Nacional y el desarrollo de programas de formación, capacitación, actualización y perfeccionamiento de docentes en servicio, de acuerdo con las áreas prioritarias identificadas, haciendo seguimiento a las estrategias implementadas.

Desde lo expuesto, y bajo el principio planteado por el Ministerio de Educación Nacional (2010)

Una educación de calidad es aquella que forma mejores seres humanos, ciudadanos con valores éticos, respetuosos de lo público, que ejercen los derechos humanos y conviven en paz. Una educación que genera oportunidades legítimas de progreso y prosperidad para ellos y para el país. Una educación competitiva, que contribuye a cerrar brechas de inequidad, centrada en la institución educativa y en la que participa toda la sociedad. (p.86)

Entonces se reconoce que el mejoramiento de la calidad de la educación implica coordinar acciones en la formación de los docentes y directivos, de modo que sus prácticas y

actividades pedagógicas inciden en el desarrollo de competencias de los estudiantes, pero que también faciliten la reflexión sobre estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de los mismos, y fomenten el desarrollo profesional de los educadores.

En este sentido, la Dirección de Calidad para la Educación preescolar, Básica y Media se ha propuesto consolidar una política de formación que contribuya de manera significativa al mejoramiento de la calidad de la educación desde un trabajo de corresponsabilidad entre los diferentes actores e instancias relacionados con la formación de docentes en el país. Para esto se han liderado diferentes iniciativas en el marco de la actividad estratégica "Formación docente para la calidad educativa orientadas al fortalecimiento de la formación inicial de docentes y a la cualificación, actualización y perfeccionamiento de los educadores en servicio" (Ministerio de Educación Nacional, 2015, párr.3).

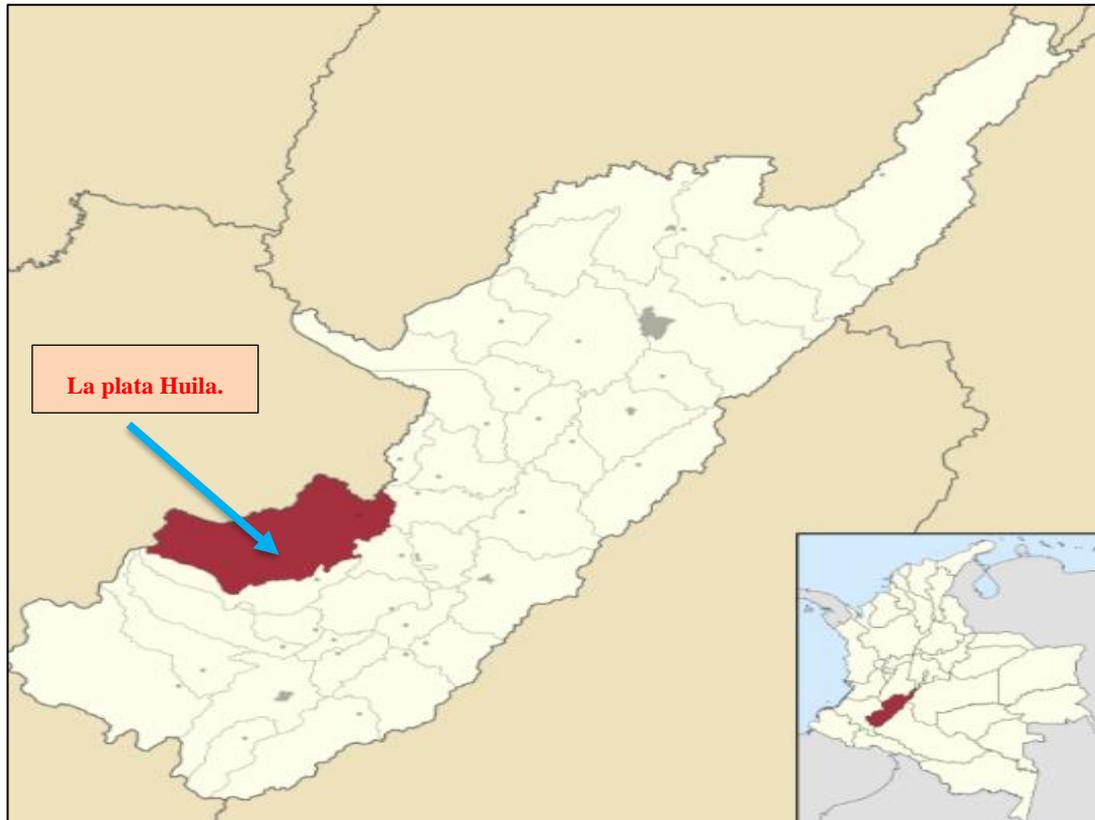
## **5.2 Referente contextual**

El Municipio de La Plata está ubicado en el sur occidente del país, e igualmente en el sur occidente del Departamento del Huila. Por el oriente limita con los municipios de Paicol y Pital; por el occidente con el Departamento del Cauca, por el norte con el Departamento del Cauca y por el sur con el Municipio de La Argentina y parte del Departamento del Cauca. En su forma de relieve se presentan lomas y montañas sobre rocas ígneas parcialmente cubiertas por cenizas volcánicas, cuyo relieve va de quebrado a escarpado y de suelos superficiales a profundos.

La población (60.000 habitantes aprox.y descendiente de los Yalcones) está ubicada entre territorios montañosos en los que también se encuentran algunas zonas planas o ligeramente onduladas donde se destacan los accidentes orográficos de la Sierra Nevada de los Coconucos, las Serranías de las Minas y Yarumal y los Cerros Cargachiquillo, Los

Coconucos, Pelado, Santa Rita y Zúñiga. Presenta pisos térmicos cálido, frío y páramo, regados por las aguas de los ríos Aguacatal, la Plata y Páez.

Figura 1. Localización del municipio de la Plata, Huila



Fuente: Google maps

Por encontrarse en esta franja, la economía del Municipio de La Plata se basa principalmente de la ganadería bovina, la agricultura, la piscicultura (cálido y frío) y porcicultura. El sector agropecuario es uno de los renglones más importantes en la economía del Municipio. Esta economía está representada principalmente por: arroz, café, plátano, banano, cacao, plátano, maíz, caña, fríjol, papa; y algunos frutales como lulo, tomate de árbol y mora (Alcaldía de La Plata, 2016).

### **5.3 Referente institucional (Sintético)**

El Municipio de La Plata cuenta con dieciocho (18) Instituciones, entre ellas las Instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines, las cuales se encuentran ubicadas en el área rural. La Institución Educativa San Miguel está ubicada en la vereda San Miguel y ofrece los niveles de preescolar, educación básica y educación media con jornada completa; de carácter mixto y modalidad académica. Cuenta con 10 sedes: Los Pinos, Villa Mercedes, Villa Esperanza, Los Cauchos, El Roble, Santa Marta, Buenos Aires, Agua Bonita, Palestina y San Miguel; en la cual se aplicará esta tesis. La institución cuenta con de los cuales 43 estudiantes cursan grado séptimo, de estos 24 están asistiendo de manera presencial. En la institución ofrecen sus servicios 31 docentes, una rectora, un coordinador, un psico-orientador, una secretaria, una aseadora y dos celadores.

En la sede principal, donde se aplicará el proyecto de tesis, los docentes presentan los siguientes perfiles: en primaria; una docente de preescolar, dos docentes normalistas y un docente de matemáticas. En secundaria; una docente de artística, un docente de educación física, dos docentes de matemáticas, dos docentes de sociales, dos docentes de castellano, dos docentes de ciencias naturales, un docente de inglés, un docente de informática.

La Institución Educativa Cansarrocines está ubicada en la vereda Cansarrocines y ofrece los niveles de preescolar y básica con jornada completa; de carácter mixto y modalidad académica. Cuenta con 12 sedes: Panorama, La Esperanza, Betania, Alto Getzén, Bajo Getzén, Alto Patico, El Patico, Laderas, Cansarrocines, Los Ángeles, Las Delicias y San Francisco; en la cual se aplicará esta tesis. La institución cuenta con de los cuales 12 estudiantes cursan grado séptimo, de estos 11 están asistiendo de manera presencial. En la sede San Francisco, donde se aplicará el proyecto de tesis, los docentes presentan los

siguientes perfiles: en primaria; una docente de preescolar, un docente normalista, un docente de educación física y una docente de sociales. En secundaria; una docente de castellano y un docente de matemática.

## **5.4 Referente teórico**

### **5.4.1 Matemáticas**

La etimología de la palabra matemática remite al griego *mathema*, que puede traducirse como «estudio de un tema». Se define como la ciencia formal y exacta que, basada en los principios de la lógica, estudia las propiedades y las relaciones que se establecen entre los entes abstractos. Este concepto de ‘entes abstractos’ incluye a los números, los símbolos y las figuras geométricas, entre otros.

El campo de estudio de la matemática fue modificándose con el tiempo: hasta el siglo XIX se limitaba al estudio de las cantidades y de los espacios, pero con los avances científicos fueron apareciendo campos de la matemática que excedían esos dos, lo que exigió su redefinición. La matemática tiene mucha relación con otras ciencias. En primer lugar, se apoya principalmente en la lógica y en sus estrategias para la demostración y la inferencia. Es por esto que la matemática es una ciencia objetiva: solo podrá ser modificada al demostrarse la existencia de errores matemáticos, para lo cual seguramente deberá modificarse gran parte del paradigma científico con el que se trabaja.

El método entonces radica en analizar esos entes abstractos para producir **hipótesis** y conjeturas, realizar deducciones, y acercarse así al conocimiento matemático, que como se ha dicho, se asume exacto y verdadero. Esas deducciones se llevan a cabo con el apoyo de definiciones (limitaciones de algo respecto de todo lo demás) y axiomas (premisas aceptadas

sin la necesidad de una demostración).

#### 5.4.1.1 ¿En qué campos se aplican las matemáticas?

La aplicación de las matemáticas aparece en casi todos los ámbitos de la vida como se muestra a continuación:

- **En la vida cotidiana.** Donde con gran asiduidad se hacen cálculos matemáticos, o bien mediciones y comparaciones. Tan omnipresente es la matemática en nuestra vida que muchos expertos consideran a la ausencia de nociones matemáticas como una variante del analfabetismo.
- **En las ciencias exactas y naturales.** En muchos casos (como la ingeniería o la física), su existencia misma se debe de al enfoque que aportan las matemáticas. En la biología o la química también es sumamente importante la matemática.
- **En las ciencias sociales.** Como la economía o la psicología, que se apoyan en conceptos matemáticos.
- **Incluso en otras disciplinas y en las artes (música, escultura, dibujo).** Se han utilizado y se utilizan recursos matemáticos.

#### 5.4.1.2 ¿Cuáles son las ramas de las matemáticas?

La matemática se subdivide en diferentes ramas, que fueron apareciendo con el tiempo y se dedican a partes específicas de esta ciencia. Estas son algunas de ellas:

- **Aritmética.** Comprende el estudio de los números. Además de los números naturales, incluye a todos los números racionales, reales y complejos. Las operaciones que se realizan con estos números están incluidas en esta rama.

- **Geometría.** Comprende el estudio de las figuras y sus vínculos con el espacio. Incluye a la trigonometría y a la geometría descriptiva, entre otras.
- **Probabilidad y estadística.** Comprende el análisis de las tendencias sobre la base de un muestreo; resulta de mucho interés para las ciencias sociales.
- **Álgebra.** Es la rama que se dedica a analizar las estructuras, realizando las operaciones aritméticas a través de letras o símbolos.

La persona que se dedica al estudio de las matemáticas es llamada matemático/a. Se pueden mencionar como destacados matemáticos a lo largo de la historia a Pitágoras, Arquímedes, René Descartes o Isaac Newton, quienes aportaron importantes conceptos a la materia. Por último, se dice que un suceso es matemático o que ocurre matemáticamente cuando se presenta con mucha exactitud o regularidad, destacándose precisamente por ese atributo. "Matemáticas" (Conceptos, 2015).

#### 5.4.2 *Geometría*

La definición de geometría establece que es la parte de las matemáticas que trata de las propiedades y medida del espacio o plano, fundamentalmente se preocupa de problemas métricos (cálculo del área y diámetro de figuras o volumen de cuerpos sólidos). Se ocupa de la forma de un cuerpo independientemente de las demás propiedades del mismo. Por ejemplo, el volumen de una esfera es  $\frac{4}{3} \pi r^3$ , aunque dicha esfera sea de cristal, de hierro o una gota de agua (Olives, 2020).

Cuando se habla de qué es la geometría, se habla de la rama de la matemática que se encarga de estudiar las medidas, formas y proporciones espaciales de las figuras, que se definen por una cantidad limitada de puntos, rectas y planos. Estas formas son conocidas como cuerpos geométricos. El concepto de geometría es de gran utilidad para la arquitectura,

ingeniería, astronomía, física, cartografía, mecánica, balística, entre otras disciplinas.

El cuerpo geométrico es un cuerpo real considerado tan solo desde el punto de vista de su extensión espacial. La idea de figura es aún más general, pues se abstrae también de su extensión espacial y una forma puede tener muchas figuras al representar “cortes” de las mismas. La etimología del término proviene del griego γεωμετρία, que significa “medición de la tierra”, a su vez compuesto por ge, que significa “tierra”; métron, que significa “medidas” o “medir”; y el sufijo ía, que significa “cualidad” (Alvarado, 2021).

### **5.4.3 Geometría fractal**

La Geometría Fractal, llamada también "Geometría de la Naturaleza", es un conjunto de estructuras irregulares y complejas descritas a través de algoritmos matemáticos y computacionales; los cuales reemplazan a los puntos, rectas, circunferencias y demás figuras provenientes de la matemática tradicional. Estos objetos tienen como características fundamentales las propiedades de Auto similitud y la de convivir en extraños paisajes formados por dimensiones fraccionarias (Braña, 2003). También es definida como una geometría que trasciende de los puntos, las rectas y los planos de Euclides para atrapar y describir las formas de los árboles, las montañas y las nubes. Complejidad y simplicidad son partes complementarias de su todo. La geometría es llamada Geometría Fractal (McGuire, 1991 como se citó en Zamora, 2019).

- Características de la geometría Euclideana
  - ✓ Dimensión entera
  - ✓ Trata los objetos hechos por el hombre
  - ✓ Descripción por formulas

- **Características de la geometría Fractal**

- ✓ Dimensión fractal
- ✓ Apropiaada para las formas naturales
- ✓ Algoritmo recursivo (iteración) repetición.

Por ese motivo surgió la geometría fractal, una parte de la matemática que se encarga de encontrar un orden y una regla en ese caos natural igual que Dedekind racionalizó el número irracional.

#### **5.4.4 Fractales**

Para definir un fractal es ineludible referenciar al creador de este neologismo: Benoît Mandelbrot. Él, en su ensayo científico (como él mismo lo llama) la geometría fractal de la naturaleza plantea que la naturaleza no sólo presenta un grado superior de complejidad, que la geometría euclidiana no puede explicar, sino que ésta se da a un nivel completamente diferente. El número de escalas de longitud de las distintas formas naturales es, a efectos prácticos, infinito. Él acuñó el término fractal a partir del adjetivo latino *fractus* o el verbo *frangere* que significa “romper en pedazos”, aunque para él también significa “irregular”, confluyendo ambos significados en el término *fragmento* (Mandelbrot, 1997).

Para la creación de la geometría fractal, Mandelbrot acudió a estructuras “patológicas” creadas por los matemáticos modernos hacia finales del siglo XIX y comienzos del XX (y que no encajaban en los patrones clásicos de Euclides y Newton), como Cantor, Peano, Hausdorff, Besicovitch, Koch, Sierpinski, Fatou y Julia, entre otros. Un fractal es por definición, un conjunto cuya dimensión de Hausdorff – Besicovitch es estrictamente mayor que su dimensión topológica (Mandelbrot, 2006). Por su parte, Montesdeoca (2005) ofrece una

definición más asequible e intuitiva de lo que es un fractal, a saber: un fractal es una estructura que posee dos propiedades: autosimilitud y dimensión no entera.

Ser autosimilar significa que, cuando se examina pequeñas porciones del objeto, la imagen que vemos no es más que una copia de nuestro objeto inicial. Dicho de otra manera, al ampliar partes de un fractal, emergen estructuras que parecen ser idénticas al original. Son ejemplos de fractales de la naturaleza, el brócoli y la hoja del helecho.

Por su parte el concepto intuitivo, y por lo mismo obvio, de dimensión viene desde los tiempos de Euclides. Para esta visión clásica de la geometría, una línea o un segmento de recta son de dimensión uno (uno-dimensional) ya que solo podemos desplazarnos de izquierda a derecha, En el caso de un punto o un conjunto finito de puntos, la dimensión que se le adjudica es cero, ya que la movilidad no existe. Por su parte un cuadrado es de dimensión dos, ya que, en el desplazamiento de uno de sus puntos se necesita tanto del largo como del ancho para su descripción. De manera similar a lo anterior, al espacio habitado se le adjudica la dimensión tres (largo, ancho y alto) (Sierra & Trujillo, 2006).

Sin embargo, la dimensión de un fractal, escapa a este modelo clásico simplista y adopta otras definiciones, de las cuales rescatamos dos, en concordancia con nuestros propósitos. “Definimos la dimensión autosimilar de  $X$  como el único valor  $d$  que satisface la ecuación  $(k)=kd$ , i.e.,  $d=\log N \log(k)$ , también se define la  $(A)$ , la dimensión por cajas de la figura  $A$  como  $(A)=\lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln(N\delta(A))}{\ln(1/\delta)}$ , donde  $N\delta(A)$  es el número de cuadrados de lado  $\delta > 0$  que cubren a  $A$  (Alvarez & Pinto, 2014).

#### **5.4.4.1 Primeros Fractales**

Para poder apreciar en toda su magnitud la belleza de este tipo de construcciones

complejas, es necesario analizar las características básicas y la construcción de algunos de los primeros fractales creados por el hombre.

#### 5.4.4.2 Conjunto de Mandelbrot

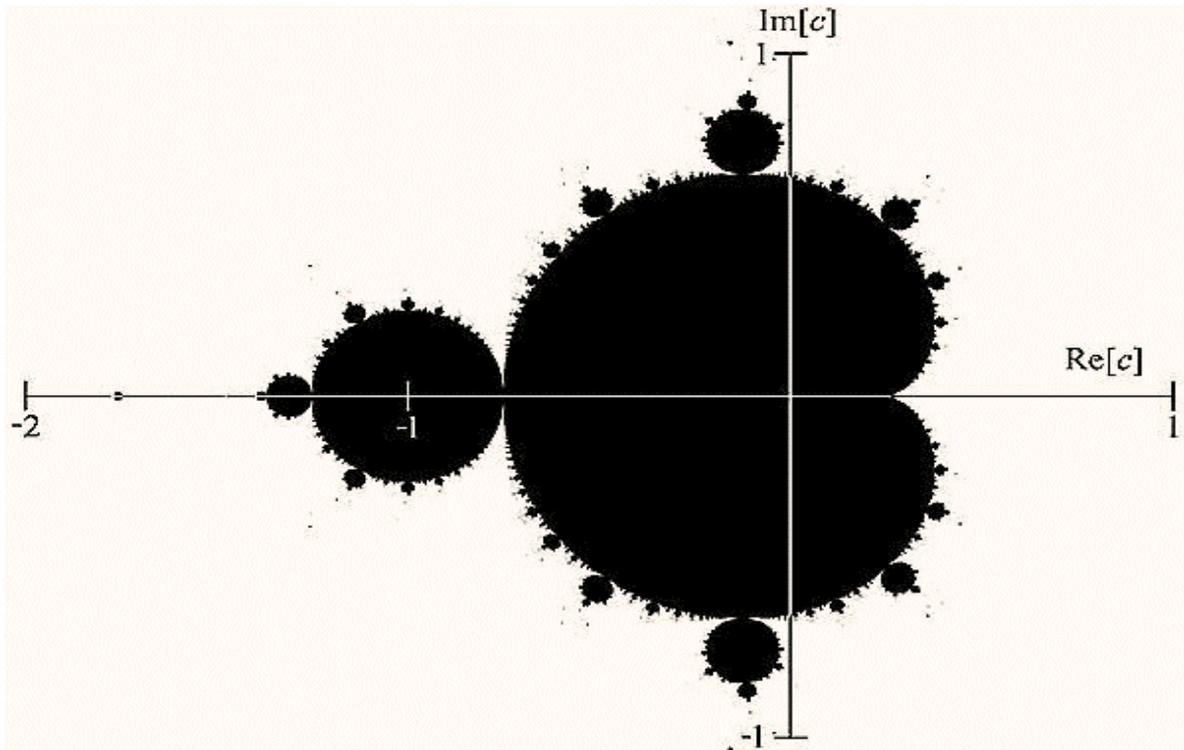
Consideremos la siguiente función compleja:  $f(z) = z^2 + c$ ,

donde  $c$  es un parámetro. El *conjunto de Mandelbrot* se define como el conjunto de todos los puntos  $c$  del plano complejo para los cuales la siguiente sucesión:

$$0, f(0), f(f(0)), f(f(f(0))), \dots$$

no diverge. Por ejemplo, es inmediato ver que  $c=0$  pertenece al conjunto. Y es fácil convencerse de que  $c=-1$  o  $c=i$  también, pero que  $c=1$  ya no. En principio, para cada punto  $c$  del plano complejo habría que considerar la sucesión correspondiente y calcular si la misma diverge o no. Supongamos que hacemos esto para cada punto del plano complejo y que decidimos pintar de negro todos los puntos que pertenecen al conjunto (Investigación y ciencia, 2014). ¿Qué aspecto tendría el resultado? Puede demostrarse que el conjunto de Mandelbrot es compacto (es decir, que para pintarlo no necesitaríamos una cantidad infinita de pintura) y conexo (podríamos pintarlo sin necesidad levantar la brocha del plano en ningún momento). Su aspecto viene a ser algo así:

Figura 2. Conjunto de Mandelbrot



Fuente: Mandelbrot, 2006.

La frontera del conjunto parece muy intrincada. Esa línea, con sus infinitos «pelillos», ramificaciones y subramificaciones, es lo que se conoce como fractal de Mandelbrot. La belleza del fractal se pone de manifiesto cuando se intenta determinar con más y más precisión la geometría de esa curva.

#### 5.4.4.3 El conjunto de Cantor

El **conjunto de Cantor**, llamado así por ser aporte de Georg Cantor en 1883, es un destacado subconjunto fractal del intervalo real  $[0, 1]$ , que admite dos definiciones equivalentes:

- la definición numérica: es el conjunto de todos los puntos del intervalo real  $[0,1]$  que admiten una expresión en base 3 que no utilice el dígito 1.

- la definición geométrica, de carácter recursivo, que elimina en cada paso el segmento abierto correspondiente al tercio central de cada intervalo (Alvarez & Pinto, 2014).

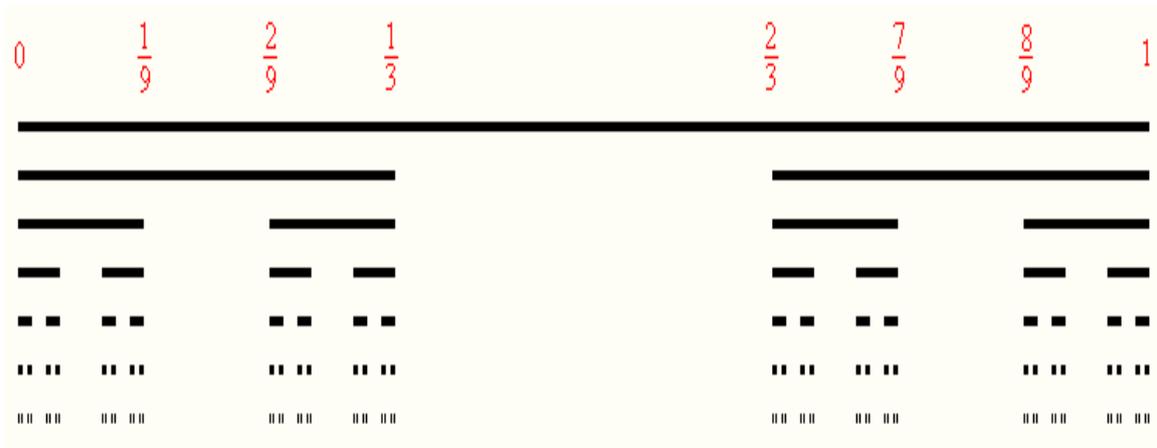
Además de una curiosidad matemática, contradice una intuición relativa al tamaño de objetos geométricos: es un conjunto de medida nula, pero no es vacío ni numerable. Lo que Cantor no sabía era que este conjunto ya había sido estudiado en 1875 por un matemático dublinés, Henry John Stephen Smith (1826-1883). Pero como Smith falleció y su descubrimiento era prácticamente desconocido, fue Cantor el que quedó asociado a este conjunto.

Se construye de modo recursivo dando los siguientes pasos:

- El primer paso es tomar el intervalo  $[0, 1]$ .
- El segundo paso es quitarle su tercio interior, es decir el intervalo abierto  $(1/3; 2/3)$ .
- El tercero es quitar a los dos segmentos restantes sus respectivos tercios interiores, es decir los intervalos abiertos  $(1/9; 2/9)$  y  $(7/9; 8/9)$  (Rodríguez J. , 2017).

Los pasos siguientes son idénticos: quitar el tercio de todos los intervalos que quedan. El proceso no tiene fin. La figura muestra las siete primeras etapas:

Figura 3. Conjunto de Cantor



Fuente: (Rodríguez J. , 2017)

El conjunto de Cantor es el conjunto de los puntos restantes: entre ellos, es claro que los extremos de cada subintervalo pertenecen 0 y 1,  $1/3$  y  $2/3$ ,  $1/9$ ,  $2/9$ ,  $7/9$  y  $8/9$ ,  $1/27\dots$ , hay una infinidad de puntos: los  $1/3^n$  están todos incluidos, con  $n$  describiendo los naturales. Pero hay mucho más, por ejemplo  $1/4$  es un elemento del conjunto de Cantor.

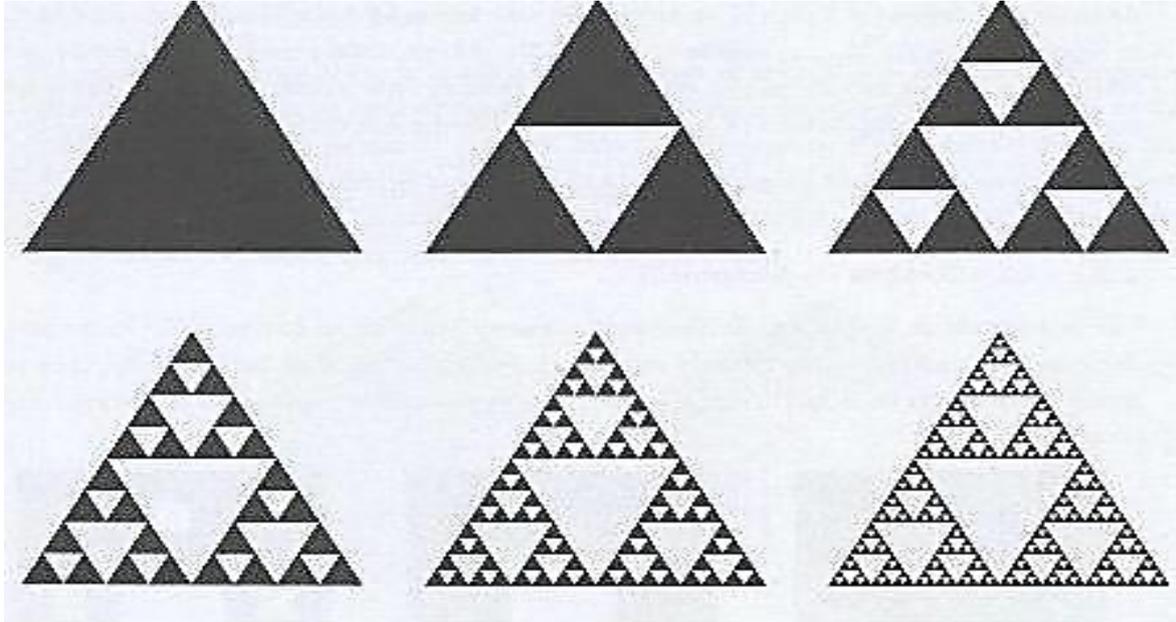
#### 5.4.4.4 Triángulo de Sierpinski

El triángulo y la alfombra de Sierpinski fueron introducidos por Waclaw Sierpinski unos cuarenta años después que el conjunto de Cantor, como ejemplo de una curva en la que todo punto es de ramificación y como una curva cantoriana que contiene una imagen biunívoca continua de cualquier curva plana dada, respectivamente (Reyes, 2018).

La construcción del triángulo de Sierpinski se realiza de la siguiente forma, se parte de triángulo de lado unidad  $T_0$ , en el primer paso es preferible quedarse con los tres triángulos equiláteros cerrados  $\{T_i^1\}_{i=1}^3$ , contenidos en  $T_0$  de lado  $1/2$  y que contiene a sus vértices como se puede apreciar en la figura. En el siguiente paso se repite el proceso anterior a escala  $1/2$  sobre cada uno de los triángulos obtenidos llegando a tener  $3^2$  triángulos cerrados de lado  $1/4$  y así sucesivamente, en el paso  $n$  se tendrán  $3^n$  triángulos cerrados de lado  $2^{-k}$ .

Por su construcción el triángulo de Sierpinski es un conjunto compacto de perímetro infinito y área nula.

Figura 4. Triángulo de Sierpinski

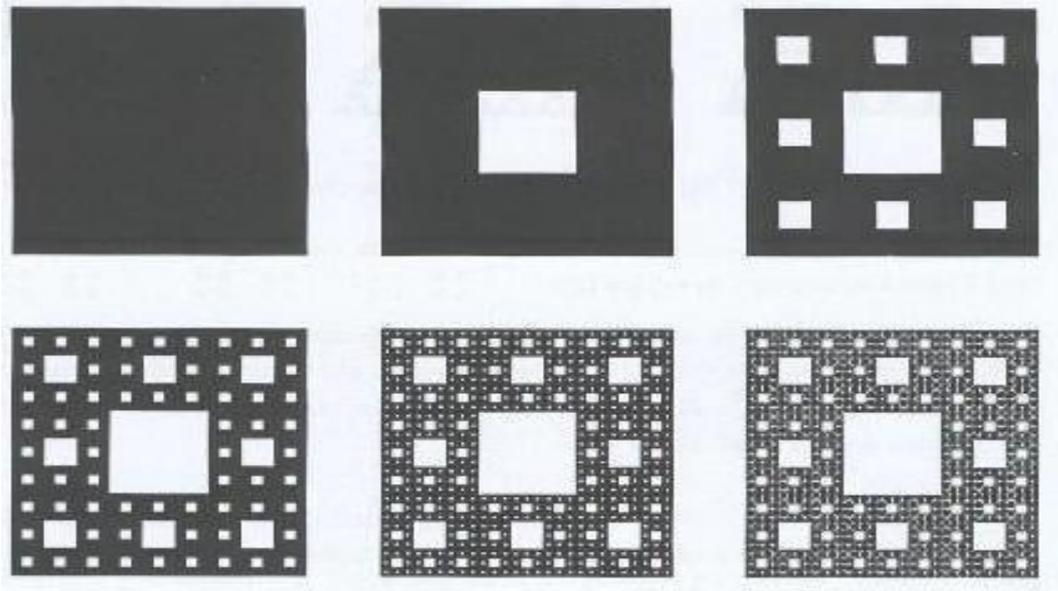


**Fuente:** (Reyes, 2018).

#### 5.4.4.5 La Alfombra De Sierpinski

La construcción de la alfombra de Sierpinski es parecida a la del conjunto de Cantor plano. Se parte del cuadrado unidad y se le suprime el cuadrado central de lado  $1/3$ . En cada uno de los ocho cuadrados de lado  $1/3$  que forman la figura restante se repite esta operación, y así sucesivamente (Reyes, 2018). La alfombra de Sierpinski es el conjunto que queda después de este proceso infinito.

Figura 5. La Alfombra De Sierpinski



**Fuente:** (Reyes, 2018).

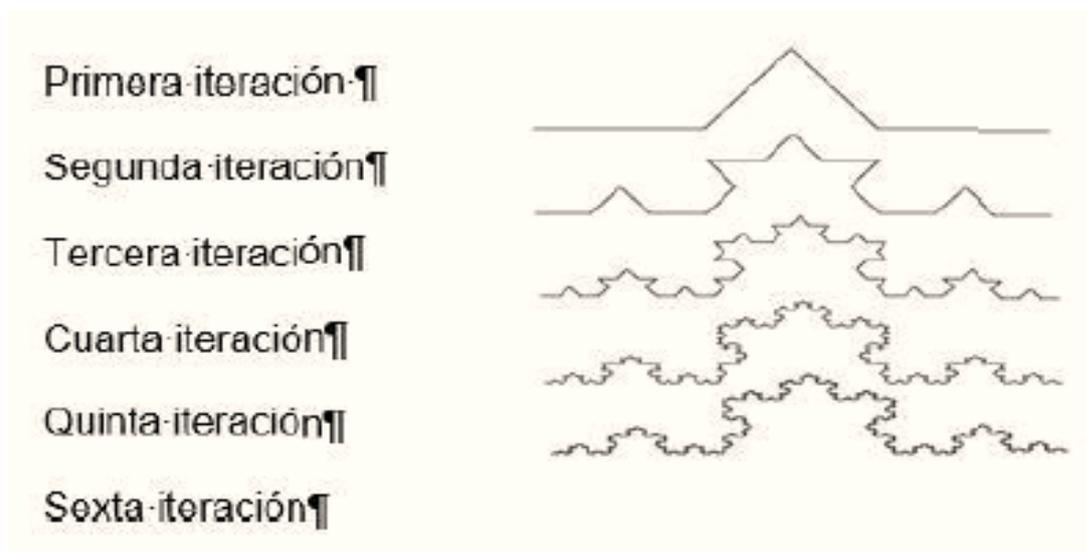
#### 5.4.4.6 La curva de Koch

Karl Weierstrass (1815-1897) precipitó una crisis menor en las matemáticas en 1872 con el descubrimiento de una curva que no tiene derivada en ninguno de sus puntos, un segundo ejemplo de este tipo de curvas de Koch que fue publicada por primera vez en 1904. Hernández (1999). Helge Von Koch (1879-1924) fue un matemático sueco cuyos principales resultados en matemáticas fueron en el tema de un número infinito de ecuaciones lineales con un número infinito de variables. Construyó una curva continua que no contiene rectas o segmentos de recta uniformes en el sentido de que se puedan ver como una recta cuidadosamente doblada. Esta curva tiene una complejidad comparada a la que se ve en una costa natural, con dobleces y dobleces dentro de dobleces (Hernández, 1999).

Se parte de un segmento de longitud 1. El primer paso consiste en dividirlo en tres intervalos iguales, construir un triángulo equilátero sobre el intervalo central y suprimir la base de dicho triángulo, como indica la figura 8. El segundo paso de la construcción consiste

en hacer lo mismo que hemos hecho en el primer paso sobre cada uno de los cuatro intervalos que han resultado. Y se repite el proceso infinitas veces. La curva de Koch es la curva a la que se van aproximando las sucesivas poligonales que resultan en cada paso (Bragado, 2019). Después de un número infinito de pasos se construyó una curva que tiene un número infinito de esquinas las cuales resultan ser todas ellas puntos singulares. Por lo tanto, se tiene una curva continua no diferenciable en ninguno de sus puntos.

Figura 6. Iteraciones curvas de Koch



**Fuente:** (Bragado, 2019).

#### 5.4.5 Educación y modelos pedagógicos de aprendizaje

Un **modelo de aprendizaje es un sistema** compuesto de pautas, estrategias y metodologías a seguir para adquirir o incrementar el aprendizaje. Un modelo de aprendizaje es cada metodología compuesta de rasgos, estrategias, y pautas propias que han sido diseñadas con el objetivo de orientar el proceso de aprendizaje de manera correcta. Estos modelos han intentado responder a una necesidad histórica en el ámbito del aprendizaje: cómo potenciar el aprendizaje, cuáles son los factores de motivación y las consideraciones al

momento de la evaluación.

#### **5.4.5.1 El modelo tradicional**

Es el modelo de aprendizaje más antiguo y proponía que el docente moldeara al alumno mediante la progresiva transmisión de la información y que el alumno sea una página en blanco cuya función es recibir y memorizar la información sin cuestionarla, ya que su aprendizaje se deriva del conocimiento y experiencia de su profesor. Ampliar información en las teorías del aprendizaje.

##### **En el modelo tradicional se distinguen dos enfoques:**

**Enfoque enciclopédico:** el profesor es un especialista en la materia y la transmisión de la información es suficiente para que el alumno aprenda.

**Enfoque comprensivo:** el docente es quien comprende la estructura de la materia y al transmitirla los alumnos la comprenderán en el mismo grado que él.

Este modelo es considerado peligroso, pues si el docente adultera la información, los alumnos calificarán y aplicarán como precisos, conceptos erróneos.

#### **5.4.5.2 Modelo tecnológico**

Es un esquema de aprendizaje muy planificado, riguroso y minucioso que contempla los recursos que darán como resultado un aprendizaje bien definido. Se diferencia del modelo tradicional en que incorpora métodos procedimentales y audiovisuales y no sólo conceptuales, además de que es más riguroso. El rol del docente es uno muy pasivo, pues ejecutará una programación desarrollada por expertos externos y por tanto el profesor es perfectamente sustituible (Begoña, 2009).

La posición del alumno también es pasiva, no hay lugar para la iniciativa ni la

creatividad y los presupone moldeables a través de refuerzos de conducta y premios.

La programación pedagógica es uniforme y homogénea, pues parte de la generalización y no cabe la improvisación ni la iniciativa por parte del alumno. Las actividades están orientadas al rendimiento escolar, donde prevalece el alumno promedio y no valora la diversidad de ritmos, ni de las actividades, pues todos deben hacer lo mismo.

#### **5.4.5.3 Modelo conductista**

Para el modelo conductista el estudiante debe adquirir los conocimientos, pero siempre guiado o conducido por un profesor. Este modelo está orientado a las competencias personales de cada alumno, es decir, no es el sistema aplicado o el docente el que falla, simplemente hay alumnos más capacitados que otros, dejando con pocas opciones a los últimos (Educación Y Aprendizaje, 2018) .

#### **5.4.5.4 Modelo interactivo**

El interactivo es uno de los modelos de aprendizaje más interesantes, dado que se centra en el alumno y promueve su participación y reflexión continua a través de actividades que propician el diálogo, la colaboración, la construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades y actitudes.

Las actividades son motivadoras y con grado de reto con el objetivo de profundizar en el conocimiento, desarrollar habilidades de búsqueda de la información, así como, capacidad para analizarla, sintetizarla y resolver problemas. Las actividades serán bien estructuradas, pero adaptable a las características del grupo y a nivel individual y se podrán desarrollar en espacios presenciales o virtuales o en ambos a la vez, e implica trabajo grupal e individual.

#### **5.4.5.5 Modelo constructivista**

Este modelo se basa en la construcción gradual del conocimiento, el cual se obtiene de asimilar y adaptar la nueva información a partir de conocimientos preexistentes relacionados. Para el aprendizaje constructivista el alumno no es solo una registradora de información, es el constructor de su estructura cognitiva. Una característica diferenciadora de este modelo es el espacio otorgado a la posibilidad del error. Aquí el error es parte del proceso y una oportunidad para ser creativos a partir de ellos (Araya, Alfaro, & Andonegui, 2007).

El modelo Constructivista saca al docente de su papel de simple transmisor de información y lo ubica como un diseñador de estrategias que permitan que el alumno se empodere de su aprendizaje. La principal crítica a este modelo, es que da por hecho que el alumno quiere aprender, resta valor al esfuerzo requerido y a la memoria empleada en el aprendizaje.

#### **5.4.5.6 Modelo Sudbury**

El modelo democrático establece **que** los estudiantes hacen el proceso de aprender y no el aprendizaje al estudiante y que esta premisa es básica y válida para todos. También propone que hay muchas formas de aprender sin necesidad de la intervención de un docente, el cual intervendrá solo cuando se le solicite.

Este modelo está orientado a niños y adolescentes mediante el desarrollo de actividades grupales, pues considera que la educación individual perjudica al alumno. El docente deberá diseñar estrategias que promuevan valores, actitudes y el desarrollo de habilidades como: la capacidad de análisis y síntesis, de comunicación (Estilos de aprendizaje , 2020).

#### **5.4.5.7 Modelo proyectivo**

**La base del aprendizaje en este modelo es la creación de proyectos.** Los proyectos establecidos por el docente deben despertar el interés y la curiosidad alrededor de los proyectos propuestos. Tiene como objetivo desarrollar las potencialidades y habilidades investigativas del estudiante y que las conclusiones tengan su origen en las experiencias de cada participante.

#### **5.4.5.8 Modelo situado**

El aprendizaje se basa, esencialmente, en **situaciones específicas y reales** y en la resolución de problemas a través de métodos cotidianos. Este modelo sitúa al educando dentro de un contexto sociocultural para que adquiera habilidades y desarrolle competencias al tiempo que soluciona problemas y supera retos valiéndose de la colectividad.

Las actividades diseñadas en este modelo **buscan** promover la colectividad, la cooperación y el trabajo en equipo de manera eficaz. Como rasgo característico promulga que el **aprendizaje** se desarrolle en contextos sociales. Para el esquema situado, el aprendizaje tiene su base en tres condiciones básicas: pertenencia, participación y praxis (Estilos de aprendizaje, 2020).

#### **5.4.6 Procesos de aprendizaje**

El proceso de aprendizaje hace referencia a aquel proceso en el que se van adquiriendo una serie de conocimientos y habilidades tras haber vivido u observado una serie de experiencias previas. Los procesos de aprendizaje pueden darse en el entorno educativo y fuera de este. En definitiva, es un proceso interno en el que se asimilan los conceptos que se van conociendo, y la manera en la que se valoran y posteriormente se ponen en práctica.

El proceso de aprendizaje en los colegios e instituciones educativas, como el instituto o la universidad, depende mucho de la interacción y la relación que exista entre alumno y profesor, además de que se traslade con claridad el tema que se está exponiendo a los alumnos. Crear un ambiente de participación, donde puedan preguntar los alumnos y resolver sus dudas, será algo fundamental para que este proceso sea óptimo. Además, por su parte, los alumnos deberán tener predisposición a prestar atención e involucrarse en este aprendizaje ya que depende de ellos también el hecho de que asimilen los conceptos y que los pongan en práctica tras haber entendido la información recibida.

Aprender significa adquirir nuevos conocimientos, pero también eliminar otros porque se cambia de percepción o idea tras conocer nuevas informaciones, o se estructuran a nivel interno para al final formarse una idea sobre una experiencia o hecho concreto. El proceso de aprendizaje se puede dar en cualquier parte, o bien de forma reglada y formal como es el colegio, en casa, donde los niños aprenden desde bebés gracias a la interacción con sus padres, y en lugares como Internet donde hay un gran acceso a la información, y es una opción muy habitual de búsqueda para cualquier tipo de usuario.

#### **5.4.6.1 Etapas del proceso de aprendizaje**

- Las principales etapas del proceso de aprendizaje son:
- **El acceso a la información:** Lo primero para llevar a cabo el aprendizaje es saber cómo se va a acceder a la información, o la experiencia. Puede llevarse a cabo a través de internet, personas, libros, y plataformas multimedia, por ejemplo.

- **¿Cómo se procesa la información?** Es una gestión cognitiva en la que se analiza la información recibida, se experimenta de forma individual, o en interacción con otros individuos y se reestructura y gestiona lo aprendido.
- **Lo que se obtiene:** Tras esa fase previa, se obtiene algo, y eso puede traducirse en un nuevo conocimiento, la memorización de un concepto, o la nueva adquisición de una habilidad.
- **La aplicación práctica:** Es el último escalón del proceso de aprendizaje. Tras haber pasado por todas las etapas previas es la hora de poner en práctica lo aprendido en nuevas situaciones, o incluso en otras similares, pero teniendo un nuevo conocimiento sobre ello que ayude a acometer una actuación más acorde tal vez (Peiró, 2019).

#### 5.4.7 *Didáctica*

Etimológicamente, el término Didáctica procede del griego: **didaktiké, didaskein, didaskalia, didaktikos, didasko**. Todos estos términos tienen en común su relación con el verbo enseñar, instruir, exponer con claridad. **Didaxis** tendría un sentido más activo, y Didáctica sería el nominativo y acusativo plural, neutro, del adjetivo didaktikos, que significa apto para la docencia. En latín ha dado lugar a los verbos **docere** y **discere**, enseñar y aprender respectivamente, al campo semántico de los cuales pertenecen palabras como docencia, doctor, doctrina, discente, disciplina, discípulo, etc. Desde su origen en la antigüedad clásica griega, el sustantivo didáctico ha sido el nombre de un género literario. Precisamente aquel género que pretende enseñar, formar al lector. Y ésta es una intención presente en muchos escritores, como en Los Trabajos y los días, o la Teogonía de Hesíodo. También en Las Geórgicas de Virgilio o el Arte de amar, de Ovidio (Benedito, 1986 como se

cito en Melo, 2019).

En la Edad Media, Ramón Llull será uno de los autores más importantes en este género. También se pueden considerar dentro de él todo el conjunto de cuentos y apólogos del Infante don Juan Manuel o de Alfonso X, puesto que su intención es la de presentar en forma literaria consejos morales, religiosos o técnicos. Encontraron el origen del término con un significado distinto del literario en centroeuropa en el siglo XVII. Ratke y sobre todo Comenio utilizaron la denominación de Didáctica tomada del latín, no del griego.

Para Comenio, el autor más importante de los inicios de esta disciplina, con su obra Didáctica Magna, la Didáctica era “el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos, con rapidez, alegría y eficacia”. Luego esta palabra cayó en desuso, hasta que en el siglo XIX Herbart y sus discípulos la resucitaron. Limitaban su contenido al conjunto de los medios educativos e instructivos. Otto Willmann volvió a darle un carácter más general, tal vez en exceso, como teoría de la adquisición de lo que posee un valor formativo, es decir, la teoría de la formación humana. Con lo cual llegaba a confundirse con toda la Pedagogía o ciencia global la educación.

Hoy el término Didáctica está completamente extendido en todo el ámbito europeo continental y países de su órbita cultural. En Alemania, Francia, Italia, España e Iberoamérica goza de una gran tradición y desarrollo. Pertenece al léxico culto generalizado. Al mismo tiempo, hay que destacar que el término es poco usado en todo el territorio anglosajón, aunque no así su contenido. Al mismo contenido se le aplica el nombre de enseñanza o el de aprendizaje, según el punto de vista. Y hoy tiende a coincidir, por una superposición del campo abarcado, con el término currículum.

Después de ver el origen etimológico y el uso por parte de los autores desde Ratke y

Comenio, se impone llegar a una definición precisa. Todos los que han escrito de obras de Didáctica han aportado la suya estableciendo variaciones a las de los demás. Pero con un elevado de nivel de coincidencia, como no podía ser de otro modo. Entre tantas definiciones, una de las más simples y no menos acertada podría ser la de Dolch (1952): "Ciencia del aprendizaje y de la enseñanza en general". Nos dice claramente de qué trata, cuál es su objeto, sin añadir nada más.

Por otro lado, Fernández (como se citó en Mallart, sf) apunta que la "Didáctica tiene por objeto las decisiones normativas que llevan al aprendizaje gracias a la ayuda de los métodos de enseñanza" (p.5). Escudero (como se citó en Prieto, 2017)) insiste en el proceso de enseñanza-aprendizaje: "Ciencia que tiene por objeto la organización y orientación de situaciones de enseñanza-aprendizaje de carácter instructivo, tendentes a la formación del individuo en estrecha dependencia de su educación integral".

#### **5.4.7.1 Estrategia didáctica**

Se trata de un procedimiento, y al mismo tiempo de un instrumento psicopedagógico que el estudiante adquiere y emplea intencionalmente como recurso para aprender significativamente (Díaz Barriga, 2010: 178). Estas, poseen las siguientes características: flexibilidad en función de las condiciones de los contextos educativos; intencionalidad, porque requiere de la aplicación de conocimientos metacognitivos; motivacionalidad, las estrategias también deben responder a factores afectivos no solo al cumplimiento de metas. Las estrategias requieren del manejo de tres tipos de conocimientos: declarativo, procedimental y condicional (Díaz Barriga, 2010: 180).

Monereo (1999) define las estrategias de aprendizaje como procesos de toma de decisiones de manera consciente e intencional que permite que el estudiante elija y recupere,

de manera coordinada, los conocimientos necesarios para llevar a cabo un propósito. Así, los rasgos básicos que aparecen en la mayor parte de las definiciones son los siguientes: las estrategias de aprendizaje son acciones que parten de la iniciativa del estudiante, las estrategias de aprendizaje como tareas constituidas por una secuencia de actividades, controladas por el sujeto que aprende, las estrategias de aprendizaje deberían ser deliberadas y planificadas por el propio estudiante.

La estrategia lleva consigo señalar la actividad del profesor, la actividad de los estudiantes, la organización del trabajo, el espacio, los materiales, el tiempo de desarrollo, por tanto, la estrategia didáctica es una ordenación de elementos personales, interpersonales, de contenido, que al ponerlos en práctica desencadenan una actividad en los estudiantes. En esencia, decidir una estrategia didáctica consiste en elegir la más adecuada combinación de métodos, medios y técnicas que ayuden al estudiante a alcanzar la meta deseada del modo más sencillo y eficaz (Bayu, 2014). Pero la complejidad de la práctica educativa hace que esa adecuada combinación presente variadas soluciones, que dependen no solo del profesor y sus decisiones, sino también de los modelos y de las teorías educativas implícitas.

Finalmente, las estrategias didácticas deben tener en consideración al estudiante como un ser activo y crítico en la construcción de su conocimiento, la necesidad de atender a sus diferencias individuales de aprendizaje, así como la conveniencia de favorecer su desarrollo personal, ello, exige al profesional docente el dominio de teorías y estrategias didácticas básicas que le permitan afrontar con ciertas garantías de éxito los grandes desafíos educativos que se plantean en este nuevo escenario universitario.

Una estrategia didáctica es más que solo aplicar una técnica con un listado de actividades o tareas para llevar a cabo, Mansilla y Beltrán, (2013) la definen como la

estructura de actividad en la que se hacen reales los objetivos y contenidos. Esta estructura implica un proceso que nace desde un punto de partida, que son los contenidos de información, puede ser nueva o alguna información previa que las personas participantes ya posean sobre el tema; y de ahí, hasta el punto en que se espera llegar; es decir, hacer real el objetivo, el cumplimiento de lo que se desea alcanzar cuando se propone el desarrollo de una estrategia.

Los docentes hacen uso de estrategias didácticas para desarrollar los contenidos de un programa y transformarlos en un concepto con significado, a este proceso se le llama trasposición didáctica, porque es la herramienta que permite traspasar la información de manera didáctica. En el caso del servicio que se brinda en una biblioteca, sería presentar la información de manera que el usuario le encuentre sentido y pueda apropiarse de ella, según sus necesidades e intereses.

Cada persona tiene un conocimiento básico sobre el significado de cualquier información, y asocia ese conocimiento con lo que ya conoce, por lo que es importante explorar qué, cómo y cuánto conoce la persona usuaria sobre el tema que se va a tratar. Así, se puede intercambiar el conocimiento que cada quien posea, desde cada perspectiva, para juntos poder ir construyendo un nuevo conocimiento. A este proceso de intercambiar y construir conocimientos, Chevallard (1998) lo define como:

Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El «trabajo» que transforma un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza. (p.45)

De ahí la relevancia de la estrategia de enseñanza, ya que planifica metódicamente el

proceso de transformación de la información hacia el aprendizaje, mediante la didáctica y su metodología.

#### **5.4.7.2 Secuencias didácticas**

Las secuencias didácticas son, sencillamente, conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos. En la práctica, esto implica mejoras sustanciales de los procesos de formación de los estudiantes, ya que la educación se vuelve menos fragmentada y se enfoca en metas (Diaz-Barriga, 2012).

En el modelo de competencias, las secuencias didácticas son una metodología relevante para mediar los procesos de aprendizaje en el marco del aprendizaje o refuerzo de competencias; para ello se retoman los principales componentes de dichas secuencias, como las situaciones didácticas (a las que se debe dirigir la secuencia), actividades pertinentes y evaluación formativa (orientada a enjuiciar sistemáticamente el proceso) (Tobon, 2010).

Sin embargo, desde las competencias, las secuencias didácticas ya no se proponen que los estudiantes aprendan determinados contenidos, sino que desarrollen competencias para desenvolverse en la vida, para lo que será necesaria la apropiación de los contenidos en las diversas asignaturas. Aquí hay entonces un importante reto para los docentes: cómo cambiar la meta del paradigma educativo tradicional en torno a los contenidos para enfocar los procesos de formación y aprendizaje en torno a las competencias.

#### **5.4.8 Sistema educativo**

##### **5.4.8.1 Educación secundaria en Colombia**

Comprende los grados décimo y undécimo; en el caso de algunos colegios privados

estilo norte americano está reglamentado el grado duodécimo. Tiene como finalidad la comprensión de las ideas y los valores universales y especialmente la preparación para el ingreso a la educación superior y al trabajo. Una vez culminado este nivel los estudiantes deben graduarse y recibir el título de bachiller académico o bachiller técnico, según la formación recibida.

La Educación Media está conformada por los grados décimo y once. Su propósito fundamental es preparar al educando para acceder a la Educación Superior, o la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano. La educación media tendrá el carácter de académica o técnica. A su término se obtiene el título de bachiller que habilita al educando para ingresar a la educación superior en cualquiera de sus niveles y carreras (Ley 115 de 1994).

- La *educación media académica* permitirá al estudiante, según sus intereses y capacidades, profundizar en un campo específico de las ciencias, las artes o las humanidades y acceder a la educación superior.
- La *educación media técnica* prepara a los estudiantes para el desempeño laboral en uno de los sectores de la producción y de los servicios, y para la continuación en la educación superior

#### **5.4.8.2 Marco Normativo de Educación Prescolar Básica y Media:**

Aparte de la Ley general de Educación existen otros marcos normativos que direccionan la Educación Prescolar Básica y Media: Decreto Único Reglamentario del sector Educación 1075 de 2015.

##### **5.4.8.2.1 Programación curricular**

La Programación Curricular es el proceso más importante. En él se estructura y

elabora el programa curricular, instrumento en el cual debe consignarse todo aquello que haga posible un adecuado desarrollo del proceso enseñanza - aprendizaje y que como consecuencia de ello se logre los objetivos o competencias educativas deseadas, los aprendizajes a los cuales se aspira (se logre el currículo como experiencias de aprendizajes interiorizadas en el educando). (Rossi, 2008, p.56).

Rossi considera que la Programación del currículo es el proceso educativo importante, toda vez que es un instrumento que se consigna todos los componentes que harán posible un adecuado trabajo pedagógico, buscando siempre lograr las competencias propuestas para lograr un trabajo educativo de calidad. Según Huerta (2007 como se citó en Garro, 2019), “la Programación Curricular es un documento más operativo y puntual, concreto y específico que orienta la acción educativa del docente y los alumnos en el aula” (p. 85).

Huerta sostiene que la Programación Curricular es un documento planificado, práctico, concreto y específico, que es elaborado por el docente para ser desarrollado con los estudiantes en el proceso del año escolar, pero esto implica la toma de decisiones asertivas y pertinentes con mira al logro de la calidad educativa.

Pizano (2012) señala que, “la Programación Curricular en el aula es el momento donde el docente diseña y crea situaciones de aprendizaje, asegurando las condiciones necesarias para que el educando viva experiencias que lo conduzcan al logro de los objetivos, competencias o capacidades deseadas” (p. 217). Pizano dice que la Programación Curricular de aula es la tarea directa del docente, ya que es el profesional que se encarga de ubicar, seleccionar y crear situaciones que generen experiencias de aprendizaje con los estudiantes, teniendo en cuenta su situación diagnóstica, sus necesidades y la realidad de su contexto.

#### **5.4.8.2.2 Programación Curricular a nivel de aula**

Es un documento de planificación abierto y flexible elaborado acorde a las necesidades de los estudiantes y permite adicionar situaciones de la realidad local.

- Formulación de nombres de las unidades didácticas.
- Distribución, diversificación y competencias, los desempeños establecidos en la unidad de aprendizaje para el desarrollo de la escolaridad.

#### **5.4.8.3 Áreas fundamentales**

La Ley 115 de 1994 por la cual se expide la Ley General de Educación, establece en su artículo 23 áreas obligatorias y fundamentales para el logro de los objetivos de la educación básica y de la formación que necesariamente se tendrán que ofrecer de acuerdo con el currículo y el Proyecto Educativo Institucional. Los grupos de áreas obligatorias y fundamentales que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios, son los siguientes:

1. Ciencias naturales y educación ambiental.
2. Ciencias sociales, historia, geografía, constitución política y democracia.
3. Educación artística y Cultural.
4. Educación ética y en valores humanos.
5. Educación física, recreación y deportes.
6. Educación religiosa.
7. Humanidades, lengua castellana e idiomas extranjeros.
8. Matemáticas.

9. Tecnología e informática.

8. Matemáticas.

9. Tecnología e informática.

#### **5.4.8.3.1 Matemáticas**

La educación matemática en Colombia tiene una historia tan antigua como la educación en general en el Continente Americano, pudiendo decirse que de manera oficial esta se inicia en los tiempos de La Colonia al instaurarse la Cátedra de Matemáticas de Mutis en 1762. Con el establecimiento de la nueva república, a partir de 1819, la matemática y su enseñanza estuvieron influidas por varios acontecimientos en materia educativa ocurridos durante los siglos XIX y XX, siendo los más relevantes la promulgación de Ley de Educación de Santander en 1826, donde se establece el primer pensum de matemáticas en los diferentes niveles educativos (Gómez, 2018).

Posteriormente, la creación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, la creación del Programa de Matemáticas de la Universidad Nacional y la apertura de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica de Tunja promovieron la formación de los primeros docentes de matemática en la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX; pero fueron la realización de la Primera Conferencia Interamericana de Educación Matemática en Bogotá en 1961 y la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa RELME de 1998 en Bogotá de la cual surge la Asociación Colombiana de Matemática Educativa ASOCOLME, los sucesos que determinaron el surgimiento de la educación matemática en Colombia como disciplina de estudio (Asociación Colombiana de Matemática Educativa, 2013).

#### **5.4.8.3.2 Educación artística**

El propósito de enseñar a pensar es el de preparar a los alumnos para que, en el futuro, puedan resolver problemas con eficacia, tomar decisiones bien meditadas y disfrutar de toda una vida de aprendizaje. El arte orientado hacia la canalización de talentos y al desarrollo de la comunicación interior del niño, le permite animar su vida emotiva, iluminar su inteligencia, guiar sus sentimientos y su interés hacia las más puras formas de belleza por caminos con norte definido hacia el encuentro del punto máximo de creación y desarrollo espiritual.

El aprendizaje de las artes en la escuela tiene consecuencias cognitivas que preparan a los alumnos para la vida: entre otras el desarrollo de habilidades como el análisis, la reflexión, el juicio crítico y en general lo que se denomina el pensamiento holístico; justamente lo que determinan los requerimientos del siglo XXI. Ser "educado" en este contexto significa utilizar símbolos, leer imágenes complejas, comunicarse creativamente y pensar en soluciones antes no imaginadas. De hecho, las artes sirven de punto de encuentro, integrador de la historia, las matemáticas y las ciencias naturales, así podemos pensar en cualquier pintura como testimonio de un período histórico, o una escultura de Calder como analogía visual de ecuaciones algebraicas.

La educación en las artes perfecciona las competencias claves del desarrollo cognitivo como son:

1. Percepción de relaciones. El arte enseña al alumno a reconocer que nada "se tiene" solo. Todos los procesos del trabajo artístico se explican por la interacción que hace el ser humano, con elementos y formas (en música, sonidos y palabras, por ejemplo). En este proceso donde el desarrollo de lenguajes, expectativas y hábitos permite la fundamentación de valores como el respeto, la solidaridad, el



compartir, la convivencia pacífica a partir de la valoración de las diferencias que lleva a una resignificación de la identidad regional y nacional. Piénsese en el ejecutivo que debe aprender a pensar de manera sistémica.

2. . Atención al detalle. Diferencias pequeñas pueden tener grandes efectos. Hay una gran cantidad de razonamiento visual en el proceso de tomar decisiones sobre color y forma para hacer de una pintura una obra satisfactoria. Hay también al escribir muchas minucias en cuanto al uso de formas literarias, metáforas, alusiones, etc. Todos estos son modos sofisticados del pensamiento. Es en la obra de arte donde se hace posible una luna roja, iluminando el camino, un perro azul convirtiéndose en príncipe, o donde un mapalé transforma espiritualmente la voluptuosidad erótica de un cuerpo.
3. Promoción de la idea de que los problemas pueden tener muchas soluciones y las preguntas muchas respuestas. En los negocios, por ejemplo, es más deseable tener varias respuestas que una sola, así como aprender a priorizar. Es así como podremos tener la posibilidad de que los elefantes vuelen, los tigres caminen en 2 patas, hablen y trabajen en venta de seguros posibilidades nunca antes imaginadas.
4. Desarrollo de la habilidad para cambiar la direccionalidad cuando aún se está en proceso. El aprendizaje de las artes enseña que una meta o fin pueden cambiar en el proceso, los fines a veces se desprenden del proceso y éste a veces se deriva del fin. Este tipo de interacción se simplifica mucho en la escuela, en donde casi siempre el fin o la meta son invariables. La vida real muestra lo artificial de este proceso aprendido (¿o no aprendido?) en la escuela. El esculpir una piedra en



búsqueda de una figura hermosa, puede darnos como resultado un hermoso corcel, o lo que es más común, tallar una madera para elaborar un santo y obtener finalmente el más hermoso de los molinillos.

5. Desarrollo de la habilidad para tomar decisiones en ausencia de reglas. Por ejemplo, decidir cuándo el trabajo se terminó. En ausencia de reglas fijas es importante el desarrollo del juicio personal que nos permita decidir cuándo estamos satisfechos por un trabajo bien realizado. Además, lo llena de razones para demostrar y explicar su obra, así el arte abstracto tiene su justificación en el mundo de los sentidos. Al propósito inicial de cada tarea se le unen la inventiva, la creatividad, el razonamiento y la sana competitividad que lo llevan a los mejores resultados.
6. Imaginación como fuente de contenido, la habilidad para visualizar situaciones y predecir lo que resultaría de acuerdo con una serie de acciones planeadas. El cultivo de la imaginación no es una de las preocupaciones de los currículos escolares, siendo uno de nuestros más preciosos recursos humanos. Las múltiples posibilidades que el proceso artístico ofrece al alumno, le permiten el adentrarse en la búsqueda constante, en la investigación permanente de nuevas formas, expresiones, elementos, conceptos, principio éste que puede trasladarse a cualquiera de los procesos científicos, como el principio de la robótica desarrollado en el cine.
7. Habilidad para desenvolverse dentro de las limitaciones de un contexto. Ayudar al alumno a ver los límites, desarrolla las destrezas para inventar formas de explotar restricciones de manera productiva. Es ahí donde el mundo del reciclaje

tiene su mayor utilización y belleza, ejemplo la chatarra aplicada a hermosas esculturas.

8. Habilidad para percibir y enfocar el mundo desde un punto de vista ético y estético. Ver el mundo real de la ingeniería desde un punto de vista del diseño nos lo releva como algo más fresco. Permite que la valoración estética de la naturaleza evite destrozar o malograr su paisaje, que sea imprescindible el susurro de una paloma para que conservando nuestra capacidad de asombro no necesitemos el sórdido estruendo de una bala que matando el ave aniquile del hombre sus sueños de grandeza.

Los buenos profesores de arte ayudan a los alumnos a desarrollar estas habilidades de pensamiento a través de los problemas que les plantean, del discurso que promueve el pensamiento estético, del ejemplo que enseña principios éticos, la autoevaluación del trabajo y, finalmente, mediante la interacción que tiene lugar en el salón de clase. Las artes promueven a su vez la idea de que la gran misión de la escuela no es solamente enseñarle al alumno a ganarse la vida. sino a vivirla plenamente.

#### **5.4.8.3.3 Educación física**

La expedición de la Ley 80 de 1925 por el Congreso de la República recoge, en una etapa de cambio en las fuerzas productivas y aceleración del crecimiento urbano, los intereses crecientes en sectores educativos y sociales de atender las necesidades de fomento de la Educación Física a través de una política más especializada dirigida desde el Estado. "El admirable progreso de las ciencias biológicas ha colocado la Educación Física entre los primeros factores de progreso de los pueblos y bienestar y felicidad de los individuos".

Se proponen como objetivos la salud, la recreación física, el mejoramiento de la energía mental y el carácter. Para cumplir tal estrategia fue necesaria la inspiración foránea. La ley 80 tuvo su base en la legislación uruguaya y la implantación tecnificada hizo necesaria la asesoría extranjera, particularmente alemana. En 1926, el gobierno nacional contrata al alemán Hans Huber para organizar varios cursos de capacitación y realizar clases de gimnasia en distintos colegios de Bogotá y finalmente, incorporarlo como profesor de Educación Física en el Instituto Pedagógico Nacional creado para la formación de maestras y la capacitación del magisterio en ejercicio (Ministerio de Educación Nacional, 1998).

Entre los resultados del trabajo del profesor Huber está la organización del Pénsum de Educación Física del Instituto Pedagógico Nacional para señoritas, que se toma como fuente inspiradora para los programas de la época. El programa comprende unidades fundamentales que se van dosificando a través de los seis años de educación con dos horas semanales de intensidad: ejercicios de gimnasia corporal, ejercicios de gimnasia en aparatos, deportes, juegos, ejercicios de andar, saltar y correr, natación y paseos.

Este programa se reproduce en las escuelas y colegios a través de los egresados y de los cursos de capacitación que dirige Huber, y se complementa con las revistas gimnásticas y la organización deportiva, favorecida por la Sección Nacional de Educación Física del Ministerio de Educación Nacional. En esta etapa de formalización, la Educación Física sufre la influencia de la concepción gimnástica de las escuelas europeas de enfoque biológico, disciplinario y de rigor militar determinadas por las condiciones de un continente que, como Europa, está en estado de tensión que terminará años después en la segunda guerra mundial (Ministerio de Educación Nacional, 1998).

Para la década de los años sesenta las actividades de la Educación Física comienzan a

detallarse, y a abrir campos que, más adelante, van a favorecer la diversificación de prácticas y niveles de organización, reglamentación y ejecución deportiva. Se precisan las formas de organización escolar, la evaluación, el uso de uniformes y la formación especializada de los maestros. A través de la Resolución 2011 de 1967 se adopta el programa de Educación Física para enseñanza media que tiene como propósito especial elevar el nivel de rendimiento de la juventud para cuya consecución establece un detallado planteamiento de objetivos inmediatos y mediatos, de carácter general y por grados.

Entre los objetivos se contempla: adaptación a la organización y disciplina, respeto por las instituciones, sociabilidad, tiempo libre, autodinamismo y confianza en sí mismo, coordinación neuromotora, postura, cuidado estético para las niñas, movilidad articular, acciones y destrezas naturales, destrezas técnicas, ritmo de los ejercicios, técnicas de danza, y siete valencias físicas. La evaluación se realiza por medio del test de Alianza Americana para la Higiene, la Educación Física y Recreación -AAHPER-.

La estructura del programa comprende: Gimnasia: orden, locomoción, posiciones fundamentales, ejercicios localizados, ejercicios de libre iniciativa por parte del alumno, ejercicios de agilidad y destreza, combinación de ejercicios de relajación, gimnasia musicalizada para damas, trabajo por grupos y evaluación. Atletismo, velocidad, saltos, lanzamientos. Deportes: Baloncesto, Volibol, Fútbol, de los cuales se enseñan destrezas, juegos de aplicación, competencias adaptadas, información empírica sobre reglamento y evaluación. Danzas nacionales: Sólo para damas, esto es, para ser aplicados en los colegios femeninos. Se busca centrar la atención en lo técnico práctico y el deporte ocupa un mayor porcentaje en el conjunto de las prácticas curriculares. Se mantiene una diferenciación respecto a hombres y mujeres y el papel disciplinario (Ministerio de Educación Nacional,

1998).

La exclusión de los hombres de las danzas los priva de conocimientos relacionados con la cultura nacional y del desarrollo de capacidades expresivas. educación física si se hacían en las actividades culturales de las instituciones, entre los más interesados. En el conjunto de la actividad social se mantienen los desfiles y la práctica de los juegos intercolegiados. Para la escuela primaria apenas se vislumbran las primeras ideas de atención. Se inicia una mayor influencia de la Educación Física norteamericana a través de los Cuerpos de Paz que aportan el test de AAHPER.

#### **5.4.9 Complejidad**

##### **5.4.9.1 Teoría de la complejidad y las matemáticas**

La complejidad es una parte de las matemáticas que estudia las propiedades fundamentales de sistemas adaptables complejos y la regeneración no lineal; por lo tanto, la complejidad es multidisciplinaria y da elementos endógenos y exógenos en los sistemas. Al respecto dicen Rodríguez y Aguirre (2011)

La teoría de la complejidad busca analizar las cosas fragmentadas, pues se debe tratar de conjuntar todos los enfoques, las más extrañas pero posibles y reales combinaciones, entender que las contradicciones son razones en la naturaleza y tratar de interpretar nuestras teorías en una forma diferente. La incertidumbre y el caos son inherentes a la naturaleza, el riesgo es una parte central siempre presente, debemos entenderlo, hacerlo parte del sistema, alimentando así nuestros modelos. (p.11)

Existe una relación directa entre la teoría de la complejidad y las matemáticas. En el sentido que la búsqueda de una explicación a los fenómenos complejos e irresolubles

mediante modelos matemáticos configuró la teoría del caos, de carácter interdisciplinar, que no niega la ciencia clásica, sino que propone dejar de lado el reduccionismo, aplicando otros métodos de estudiar la realidad en una visión de todo. Al respecto, Gonzáles (2009) en su artículo “*La teoría de la complejidad*” menciona que esta es una forma de analizar, de reflexionar sobre determinados aspectos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, los cuales presentan ciertas características que los clasifican como sistemas de comportamiento complejo.

Este autor explica que las variaciones en la cantidad, valor y propiedades en general de los sistemas que estudia la complejidad, no lo hacen de forma directamente proporcional o como se dice en matemáticas de forma lineal, sino de forma no lineal. La no linealidad se manifiesta matemáticamente en las ecuaciones dinámicas que modelan el sistema, en la aparición de potencias de las variables desiguales a uno. Las variaciones que experimentan los sistemas de propiedades complejas pueden llegar a situaciones en que no sean predecibles y que muy pequeñas variaciones en las condiciones iniciales provocan grandes cambios irregulares, no periódicos, en las propiedades cantidades o valores del sistema. Se dice entonces que se ha llegado al caos, teniendo este vocablo una connotación especial en la teoría que estudia la complejidad. (González, 2009)

En la investigación de Fuentes (2018) explora la irreductibilidad y causalidad descendente. Las doctrinas de emergencia y su relación con la causalidad descendente, expuestas por Kim, son expuestas de la siguiente manera:

- a. Emergencia de entidades complejas de mayor nivel: sistemas con un mayor nivel de complejidad emergen de la unión de entidades de menor nivel en nuevas configuraciones estructurales (el nuevo “parentesco” de estas entidades).

- b. Emergencia de propiedades de mayor nivel: todas las propiedades de entidades de mayor nivel surgen de las propiedades y relaciones que caracterizan a sus partes constituyentes. Algunas propiedades de estos sistemas complejos mayores son “emergentes” y el resto simplemente “resultante”.
- c. Impredecibilidad de propiedades emergentes: estas no son predecibles a partir de información exhaustiva con respecto a sus “condiciones elementales”. En contraste, las propiedades resultantes son predecibles a partir de información de menor nivel.
- d. Impredecibilidad -irreductibilidad de propiedades emergentes: a diferencia de aquellas que son simplemente resultantes, las propiedades emergentes no son ni explicables ni reducibles en términos de sus condiciones elementales.
- e. Eficacia causal de los emergentes: las propiedades emergentes poseen poderes causales propios –poderes causales innovadores irreducibles a los poderes causales de sus propios componentes elementales. (Fuentes, 2018, pp. 18-19)

Para Maldonado y Gómez (2011), en su artículo *“El mundo de las ciencias de la complejidad”* concibe este tipo de ciencia y se refiere que estas son una auténtica revolución en el conocimiento, al mejor estilo de las revoluciones científicas estudiadas por T. Kuhn, pero que en realidad son herederas de la tríada G. Bachelard, G. Canguilhem y A. Koyre. Se trata de un grupo de ciencias que por tanto contienen numerosas teorías, una diversidad de modelos explicativos, una gama amplia de conceptos, en fin, una pluralidad de métodos y lógicas cuyo tema de base es, para decirlo en términos genéricos: ¿Por qué las cosas son o se vuelven complejas?

Es posible caracterizar a las ciencias de la complejidad de varias maneras: así, por

ejemplo, se ocupan del modo como los fenómenos, sistemas y comportamientos evolucionan y ganan grados de libertad; se trata de sistemas que ganan información aun cuando no (necesariamente) memoria; fenómenos sensibles a las condiciones iniciales, reconociendo que las condiciones iniciales apuntan siempre al presente en cada caso dado y que no deben ser confundidas como “condiciones originales”, fenómenos que se encuentran en redes y cuya topología es esencialmente variable.

En otro de sus escritos *“Pensar la complejidad, pensar como síntesis”*, Maldonado (2015), hace una distinción entre dos clases de matemáticas, así: las matemáticas de sistemas continuos y las matemáticas de sistemas discretos. Por tanto, es un error creer que hay matemáticas cuantitativas y cualitativas (un mal chiste cuando se lo ve con los ojos del conocimiento). Las matemáticas de sistemas continuos trabajan esencialmente con estadística (descriptiva, inferencial, etc.), álgebra, cálculo (integral y diferencial), función o funciones, con el concepto de límite y con problemas de optimización. No es sobre este plano que queremos concentrar la mirada.

Por el contrario, las matemáticas de sistemas discretos trabajan con conjuntos parcialmente ordenados, conjuntos extremos, geometría discreta y combinatoria, con teoría discreta de probabilidades, con problemas combinatorios también llamados genéricamente como complejidad combinatoria, con topología, teoría de juegos y teoría de la decisión racional, con algunas de las lógicas no-clásicas, las matemáticas en general de sistemas computacionales, grafos e hipergrafos, así como con teselados.

Para Osorio (2012), en su artículo *“El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad”*, apuesta a un pensamiento complejo como una especie de construcción arquitectónica. En el primer piso, es

decir a la base estarían, según Morín, las tres grandes teorías contemporáneas: la teoría general de sistemas, la teoría cibernética y la teoría de la información. En el segundo piso estarían las teorías de la auto-organización propuestas por la revolución biológica contemporánea y las teorías cibernéticas de autores como Atlan (1990), Capra (2002), Prigogine (1987), Von Neumann (2004), etc. En el tercer piso, estaría lo que Morín llama el pensamiento complejo, es decir, la capacidad de pensar al ser humano que somos, desde las posibilidades que se han abierto en el diálogo las teorías anteriores y desde las reflexiones críticas del conocimiento que se han dado después de Husserl y Heidegger en la filosofía (Osorio, 2012).

Este autor hace referencia a Edgar Morín como uno de los pensadores contemporáneos que ha centrado su actividad intelectual en la necesidad de dar a luz a un pensamiento complejo capaz de articular los conocimientos fragmentados en disciplinas o campos de saber que si bien nos permiten profundizar en aspectos concretos del conocimiento de la realidad, - al mismo tiempo y luego de dos siglos de implementación-, empiezan a mostrar un nuevo oscurantismo, que no es ya el oscurantismo de la ignorancia, sino el de una racionalidad restringida que permite, sin duda alguna, un avance en profundidad en algún aspecto de la realidad, pero que al mismo tiempo nos incapacita para una comprensión de la complejidad organizada, en donde cada aspecto de la realidad se nos da a lado de otros, y en los que éstos pueden alcanzar alguna validez y sentido (Morin, 2010)

De otra manera las matemáticas complejas y la teoría fractal están muy ligadas, por cuando esta última hace parte de estructuras que son observables en la naturaleza, con ciertas características especiales y que se merece estudiar de forma más profunda.

#### **5.4.10 El currículo de las matemáticas escolares en Colombia**

Son dos los documentos que definen los ejes del currículo de matemáticas en Colombia, respecto a las matemáticas escolares que se orientan en las instituciones educativas de Educación Básica Secundaria y Media, a saber: Los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (Ministerio de Educación Nacional, 1998) y Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas (MEN, 2006), promulgados por el Ministerio de Educación Nacional.

En los Lineamientos Curriculares de Matemáticas se hace una revisión histórica y reflexiva de los elementos que debe abarcar el currículo de matemáticas escolares y se definen: los procesos generales que tienen que ver con el aprendizaje de las matemáticas, los conocimientos básicos de matemáticas a ser enseñados y el contexto o ambientes en los que ocurre el aprendizaje.

En cuanto a los Procesos generales el Ministerio de Educación Nacional (2006), en los estándares Básico de competencia se definen los siguientes:

**La formulación, tratamiento y resolución de problemas:** considerado como el eje articulador del conocimiento matemático escolar, permite que el estudiante ponga a prueba diferentes conceptos, estrategias y procedimientos con el objetivo de resolver una situación problema que puede tener su origen en el contexto del estudiante, en otras ciencias o en las propias matemáticas.

**La modelación:** entendido como el proceso que permite generar una estructura o sistema figurativo mental (representación mental) que reproduce o representa la realidad en forma esquemática, para hacerla más comprensible. Una vez

construidas estas representaciones mentales, es posible efectuar sobre ellas transformaciones, procedimientos, conjeturas o razonamientos que nos permitan aproximarnos a la demostración.

**La comunicación:** hace referencia a las distintas formas de expresar y comunicar las preguntas, problemas, conjeturas y resultados matemáticos, como un proceso intrínseco y radicalmente ligado al quehacer matemático y que da cuenta del grado de comprensión de los conceptos matemáticos.

**El razonamiento:** relacionado con la capacidad para percibir regularidades y relaciones, hacer predicciones y conjeturas, justificar o refutar esas conjeturas, dar explicaciones coherentes, proponer interpretaciones posibles y adoptarlas o rechazarlas con argumentos y razones. Este proceso abarca tanto el razonamiento inductivo y abductivo, al formular hipótesis y conjeturas, como el razonamiento deductivo, al intentar comprobar la coherencia de una proposición con otras aceptadas previamente como teoremas, axiomas, postulados o principios, o al intentar refutarla por su contradicción con otras o por la construcción de contraejemplos.

**La formulación, comparación y ejercitación de procedimientos:** este proceso se refiere a la capacidad de construir y ejecutar, de manera rápida y segura, procedimientos mecánicos de rutina o “algoritmos” para facilitar el desarrollo de una tarea. Cabe resaltar que estos algoritmos son simples herramientas que no pueden eclipsar los conceptos matemáticos implícitos en una situación matemática específica. Para comprender la contribución de los procedimientos en la actividad matemática, deben considerarse los mecanismos cognitivos de alternación,

automatización y reflexión. La alternación permite ir del conocimiento conceptual al conocimiento procedimental para encontrar sentido a los resultados obtenidos. La automatización, aunque no aporta al desarrollo significativo y comprensivo del conocimiento matemático, permite mediante la práctica repetida la obtención de resultados rápidos, seguros y efectivos. La reflexión, exige entender y explicar los conceptos sobre los cuales un procedimiento o algoritmo se apoya, seguir la lógica que lo sustenta y saber cuándo aplicarlo de manera fiable y eficaz. (pp.51-54)

La formulación, comparación y ejercitación de procedimientos es de capital importancia para que los estudiantes comprendan el uso y el manejo de calculadoras, hojas de cálculo (Microsoft Excel), la programación computacional (software Scratch) y el lenguaje de programación NetLogo. En cuanto a los conocimientos básicos, los documentos mencionados, definen cinco pensamientos y sistemas a saber:

**Pensamiento numérico y sistemas numéricos:** Asociado a la comprensión del número, su representación, las relaciones que existen entre ellos y las operaciones que con ellos se efectúan en cada uno de los sistemas numéricos. Este pensamiento también abarca el cálculo mental y el uso de los números en estimaciones y aproximaciones.

**Pensamiento espacial y sistemas geométricos:** Referido al examen y análisis de las propiedades de los espacios en dos y en tres dimensiones, y las formas y figuras que estos contienen. Involucra las transformaciones, traslaciones, reflexiones, rotaciones, homotecias y simetrías, además de las relaciones de congruencia y semejanza entre formas y figuras, y las nociones de perímetro, área y volumen.

**Pensamiento métrico y sistemas de medidas:** Abarca la comprensión de las

características mensurables de los objetos tangibles y de otros intangibles como el tiempo; trata las unidades y patrones que permiten hacer las mediciones y de los instrumentos utilizados para hacerlas. Involucra también el cálculo aproximado o estimación para casos en los que no se dispone de los instrumentos necesarios para hacer una medición exacta y su correspondiente margen de error.

**El pensamiento aleatorio y los sistemas de datos:** Involucra situaciones susceptibles de análisis a través de la recolección sistemática y organizada de datos, la ordenación y presentación de dicha información, así como los gráficos y su interpretación. También abarca métodos estadísticos de análisis, nociones de probabilidad, relación de la aleatoriedad con el azar y noción del azar como opuesto a lo deducible, como un patrón que explica los sucesos que no son predecibles o de los que no se conoce la causa. Analiza también las tendencias en un conjunto de datos, con el propósito de hacer predicciones y conjeturas.

**Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos:** Relacionado con los procesos de cambio, el concepto de variable y el álgebra como sistema de representación y descripción de fenómenos de variación y cambio. Abarca las Relaciones y las funciones con sus correspondientes propiedades y representaciones gráficas. Busca modelos matemáticos para representar situaciones reales o hipotéticas.

Por último, el contexto hace referencia a los ambientes que rodean al estudiante y que le dan sentido a las matemáticas que aprende. Se diferencian tres tipos de contexto, a saber: contexto inmediato o contexto de aula, contexto escolar o contexto institucional y el contexto extraescolar o contexto sociocultural (lo que pasa fuera de la institución: en el ambiente de la

comunidad local, de la región, el país, el mundo y el universo en general).

Una característica desfavorable de esta organización curricular del MEN es su marcada visión analítica, como se puede observar, al tratar de particionar el currículo en partes más pequeñas para su estudio y análisis (reduccionismo clásico). Desde la fractalidad y el caos se busca dar una visión holística y sintética al currículo de matemáticas, reconociendo la complejidad que posee. A través de la fractalidad se pretenden trabajar el entrecruzamiento de procesos generales y los pensamientos y sistemas expuestos anteriormente. En cuanto al contexto, se tomará la naturaleza y el entorno que rodea a los estudiantes.

Por otro lado, Julián de Zubiría en su libro “Cómo diseñar un currículo por competencias” aclara cuestiones de capital importancia en torno al currículo y al currículo diseñado desde el concepto de competencia, en toda la acepción de la palabra. Además de esbozar los fundamentos del currículo y los principios para su diseño, plantea también que abordar un currículo desde el concepto de competencia, requiere de una interpretación adecuada de este concepto. Es así como plantea que la competencia debe ser entendida como un proceso de desarrollo humano, de carácter general, flexible y contextual (contexto personal, familiar, institucional y sociocultural de la persona que aprende).

Por tanto, si el currículo por competencias debe privilegiar el desarrollo de la persona, es pertinente que una competencia abarque tres dimensiones fundamentales del ser humano: la cognitiva, la valorativa - actitudinal y la práctica o procedimental. En la mayoría de nuestras escuelas se da énfasis a la dimensión cognitiva, subvalorando o ignorando las otras dos dimensiones, que son igual o más importantes que la primera. La dimensión cognitiva hace referencia a los conceptos propios de cada área y grado y que deben ser aprendidos por los estudiantes. La dimensión valorativa hace referencia a la valoración justa del conocimiento

aprendido al descubrir que ese conocimiento es significativo y útil, al tiempo que hace parte de un proceso histórico de construcción de la humanidad (trascendencia). Por su parte, la dimensión práctica hace referencia a que la persona que aprende un determinado concepto sea capaz de usarlo y aplicarlo en situaciones y contextos diferentes a aquel donde fue aprendido inicialmente.

Lo anterior se evidencia claramente cuando afirma De Zubiria Samper (2013) trabajar por competencias exige abordar las diversas dimensiones humanas de manera integral y emergente, y dejar atrás el predominio que alcanzó la dimensión cognitiva. Trabajar por competencias implica abordar los contenidos en contextos diversos. Frente al aprendizaje descontextualizado y desarticulado que ha venido privilegiando la escuela desde tiempos inmemoriales, trabajar por competencias implica privilegiar el desarrollo.

Y frente a una escuela que ha secuenciado y evaluado de una manera esencialmente arbitraria, rutinaria y descontextualizada, trabajar, mediar y evaluar por competencias exige organizar el currículo y las evaluaciones por niveles de complejidad creciente. Y todo ello hay que hacerlo teniendo en cuenta el contexto sociocultural, institucional y personal en el que nos desenvolvemos. Por otro lado, plantea que los principios que deben orientar el diseño curricular son: el desarrollo, la integralidad, la generalización, la contextualización, la flexibilidad y la profundidad (en contraposición a la extensión).

Respecto al último de los principios enunciados (la profundidad) se observa cómo hoy en la mayoría de las instituciones educativas de educación básica, secundaria y media, la carta de navegación curricular de los profesores de matemáticas es un texto guía de alguna editorial (en muchas ocasiones, la que otorgue más dádivas y privilegios económicos), o en el mejor de los casos el texto guía editado por el propio Ministerio de Educación Nacional y que se

convirtió prácticamente en el único elemento orientador del proceso de enseñanza de las matemáticas escolares. Esta situación trae dos inconvenientes mayores.

Por un lado, desconoce por completo los contextos propios de cada institución y por otro lado muestra el currículo de matemáticas como una secuencia de temas desconectados unos de otros, dando así prioridad a la extensión y no a la profundidad, tal como lo plantea Julián de Zubiría, en su último principio. Cabe resaltar, cómo en el principio de integralidad, de Zubiría propone que, para la formación integral del individuo, la escuela debe proponer un currículo no solamente centrado en lo académico (como hasta ahora lo ha venido haciendo, en la mayoría de los casos), sino que debe involucrar las dimensiones ética, estética, social, comunicativa y práxica del ser humano.

La ausencia de estos elementos ha conducido a una fragmentación del conocimiento, a tal punto que se habla de asignaturas, desconectadas unas de otras, sesgándose así la relación de unas con otras, esto es, una nula oportunidad para la interdisciplinariedad, entendida como la posibilidad de resolución de problemas del contexto y problemas dentro de las mismas ciencias, a partir de una integración de saberes.

La integralidad como principio orientador del currículo debe provocar el paso de una educación centrada en la reproducción y reiteración a una educación de la producción, el paso de una educación de la imitación a una educación de la creación, de una educación centrada en el aprendizaje a una educación centrada en el desarrollo. Esto significa que la escuela debe procurar un currículo dispuesto a desarrollar la creatividad de los estudiantes, esto es, un currículo provocador de la aparición de emergencias, la emergencia entendida como novedad. En este sentido, de Zubiría (2013), apoyándose en autores como Maturana, Varela y Llinás define la emergencia como una nueva realidad surgida de las características particulares de los

elementos constitutivos; y por ende esta emergencia ni es independiente de las interacciones ni es reductible a ellas. Los autores mencionados proponen que la novedad hace parte de la actividad cerebral.

Para Llinás lo que hace el cerebro es modelar y predecir, de tal manera que la conciencia es una emergencia del cerebro y la mente una emergencia de la evolución, ya que no hace parte de los elementos que lo constituyen, sino que es la propia actividad cerebral la que genera esta novedad. Otro ejemplo de emergencia es el “yo”, al considerar que somos más que la suma de nuestros actos, más que la suma de nuestros órganos y de nuestras ideas. En síntesis, el currículo de matemáticas de la escuela debe erradicar la fragmentación y favorecer la interdisciplinariedad con otras áreas del conocimiento, pues solo así podrá emerger la novedad y la emergencia que se traduce en el desarrollo de la creatividad.

#### ***5.4.11 Importancia de la geometría fractal en secundaria***

En el sistema educativo colombiano el pensamiento geométrico se desarrolla a partir de la geometría euclidiana, una geometría basada en figuras como círculos, rectángulos, triángulos y líneas que describen el mundo físico. Si se observa es notorio que las figuras que describen la naturaleza no están limitadas solamente a estos planos rigurosos y ordenados, sino que existen otras herramientas que nos permiten modelar de una forma casi perfecta a ésta.

Es por esto que la geometría fractal se constituye en una herramienta metodológica para los docentes de matemáticas, que abre de forma creativa y llamativa el mundo de las matemáticas, cuya característica es el sentido atractivo y estético que se establece gráficamente a partir de ecuaciones matemáticas de lo geométrico formas e imágenes de lo real (Pérez, 2005).

En los últimos años se ha venido introduciendo la geometría fractal en el campo educativo de forma lenta, pero ganando una posición importante en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, muestra de ello son las últimas producciones escritas que se han publicado a nivel nacional e internacional.

Se pretende desarrollar el estado del arte partiendo del estudio de investigaciones, libros y artículos que traten sobre la estrategia metodológica en la secuencia didáctica y de esta manera abarcar el tema objeto de la diversidad de hechos en la geometría fractal, apoyado en las conclusiones de diferentes autores.

#### ***5.4.12 Educación y modelos pedagógicos***

##### **5.4.12.1 Lineamientos pedagógicos**

En la elaboración de secuencias didácticas se contemplan una serie de lineamientos o enfoques pedagógicos. Se describen los lineamientos comunes a las dos áreas: el enfoque basado en la enseñanza de competencias y la enseñanza por indagación.

##### **5.4.12.2 Enseñanza por competencias**

En los últimos años la Enseñanza de competencias ha cobrado importancia a nivel internacional, en tanto existe un consenso acerca de la necesidad de que la ciudadanía desarrolle un conjunto de saberes que les permitan llevar una vida plena en un mundo complejo y de continuo cambio. Las competencias van más allá del conocimiento y las habilidades para incorporar otras dimensiones del aprendizaje, tales como la capacidad de poner en juego dichos saberes en contextos auténticos y complejos tales como los que se nos presentan en la vida real (Ministerio de Educación Nacional, 2012).

Evaluaciones internacionales evalúan el desarrollo de competencias lectoras, de

ciencias y de matemática por parte de los estudiantes, analizan hasta qué punto los alumnos son capaces de usar los conocimientos y destrezas que han aprendido y practicado en la escuela cuando se ven ante situaciones en las que esos conocimientos pueden resultar relevantes, y consideran que las competencias han sido adquiridas en un nivel aceptable cuando los alumnos están en condiciones de continuar aprendiendo a lo largo de su vida, de aplicar lo que aprenden en la escuela y fuera de ella, de evaluar sus opciones y tomar decisiones. (MEN, 2012).

En el contexto educativo, el concepto de competencia se define como un

... saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes”. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia ha propuesto una serie de Estándares Básicos de Competencias a partir de una visión pedagógica que resalta la importancia de superar visiones tradicionales de la enseñanza que privilegiaban la simple transmisión y memorización de contenidos, en favor de una pedagogía que permita a los y las estudiantes comprender los conocimientos y utilizarlos efectivamente dentro y fuera de la escuela, de acuerdo con las exigencias de los distintos contextos. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.12)

Dichos estándares se constituyen como referentes que permiten evaluar los niveles de desarrollo de las competencias que van alcanzando los y las estudiantes en el transcurrir de su vida escolar, por ejemplo, en los EBCM del MEN se encontró las siguientes competencias que tienen relación con la temática:

- Pensamiento espacial y sistemas geométricos

- Conjeturo y verifico propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas.
- Reconozco y contrasto propiedades y relaciones geométricas utilizadas en demostración de teoremas básicos.
- Aplico y justifico criterios de congruencias y semejanza entre triángulos en la resolución y formulación de problemas. (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

La enseñanza de competencias toma forma concreta en las pautas para la construcción de Secuencias Didácticas cuando se propone que las secuencias de trabajo y las clases que las componen, si bien estén organizadas de acuerdo a grandes temáticas curriculares, tengan por objetivo la enseñanza de una serie de competencias clave dentro de cada disciplina (Ministerio de Educación Nacional, 2012). Los fractales pueden ser vistos por los estudiantes de bachillerato usando un lenguaje fácil para ellos, basado en conceptos matemáticos que ya han aprendido en sus cursos de matemáticas (longitudes, perímetros, áreas, volúmenes, números fraccionarios), los cuales permiten de forma más creativa llamar la atención del educando, a la hora de crear un fractal en papel y como este capta la atención de él (Estrada, 2004).

#### **5.4.12.3 Enseñanza por indagación**

La enseñanza por indagación nace del diálogo continuo entre la naturaleza del aprendizaje y su relación con las prácticas de enseñanza, en particular del trabajo de Jean Piaget, que se conjugó en las teorías educativas constructivistas. El abordaje constructivista enfatiza que los individuos construyen nuevos saberes a partir de procesos de pensamiento activo que involucran reorganizar sus estructuras mentales previas a partir de la incorporación

de información nueva, y que en ese proceso la interacción social juega un rol fundamental en la creación de nuevos significados y la construcción de nuevas prácticas, como se mencionó en la sección anterior en la que describimos el abordaje situado del desarrollo profesional.

El aprendizaje por indagación abrega de las teorías constructivistas enfatizando que los docentes deben ofrecer a los estudiantes oportunidades continuas que los involucren activamente desde el punto de vista de la actividad intelectual. En distintas áreas del conocimiento, naturalmente, este abordaje toma distintas formas, como describiremos luego (MEN, 2012).

Por ejemplo, en la enseñanza de las Ciencias Naturales, área en la cual la indagación se ha constituido como un referente pedagógico para la enseñanza, la indagación implica involucrar a los alumnos en la exploración activa de fenómenos de la naturaleza, incluyendo la formulación de preguntas, la recolección y análisis de datos o el debate y confrontación de ideas en el marco de la creación de una cultura investigativa dentro de la clase.

## **6 Objetivos de la investigación**

### **6.1 Objetivo general**

Plantear una estrategia didáctica interdisciplinar, por medio de la aplicación de un modelo de geometría fractal articulada con las matemáticas, la educación artística y educación física en los estudiantes del grado séptimo de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines Sede San Francisco del municipio de la Plata – Huila.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis de los rendimientos académicos que tienen los estudiantes del grado séptimo de las instituciones en estudio.
- Integrar el currículo de educación artística, educación física y matemáticas del grado 7° de Educación Básica Secundaria de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines del municipio de la Plata – Huila mediante la aplicación de una serie de secuencias didácticas a partir de la geometría fractal.
- Evaluar el impacto de la didáctica basada en la geometría fractal mediante la articulación de la educación física, la artística y la matemática.

## **7 Metodología De La Investigación**

## **7.1 Tipo y enfoque de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo el cual implica recopilar y analizar datos de los participantes en su contexto natural para comprender conceptos, opiniones o experiencias. Para Guba & Lincoln (1998) esta investigación es flexible, subjetiva ubica al investigador en el mundo de los participantes, interactúan, conversan y exploran el fenómeno estudiado desde las practicas, comportamiento de las personas para captar y construir significados y luego realizar un trabajo interpretativo que le permita comprende el problema y hallar una posible solución.

Esas características lo hicieron adecuado para este trabajo porque la fuente de información principal fueron los escolares con los que se trabajó en su entorno natural donde se identificó la problemática, es decir, en las respectivas instituciones y mediante los instrumentos diseñados se recopiló los datos que posibilitaron cumplir los objetivos, permitiendo al investigador una comprensión y explicación de la problemática.

Por lo tanto, por medio de una interacción directa con los estudiantes del grado 7 se les enseñó, otra forma de ver la geometría, teniendo en cuenta los recursos del medio, implementando el desarrollo de una secuencia didáctica para comprender de manera práctica la geometría euclidiana vinculando la fractalidad, mediante la educación física y artística. Esta iniciativa se aplicó pretendiendo fortalecer en los estudiantes el pensamiento geométrico métrico.

Acorde al enfoque y los objetivos como diseño de investigación se empleó la Investigación-Acción (IA). La IA es una metodología cuyo propósito es hallar posibles soluciones a la problemática de una colectividad identificada por el investigador (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), como el bajo rendimiento en matemáticas o, ayudar a los

escolares a comprender de manera práctica la geometría vinculando la fractalidad y el pensamiento geométrico. A partir de la problemática, al utilizar la IA establece un plan de acción donde participan el investigador y los participantes, en el contexto de este trabajo de maestría son las docentes y los alumnos de séptimo grado.

En ese orden de ideas, con el método de investigación acción se busca apoyar a los educadores en la búsqueda de prácticas pedagógicas efectivas al transformar la calidad de las decisiones y acciones de enseñanza, para posteriormente mejorar la participación y el aprendizaje de los estudiantes, ya que, sus métodos involucran acción, evaluación y reflexión. Es un proceso para recopilar evidencia para implementar cambios en las prácticas y refuerza el vínculo entre la práctica y el rendimiento del estudiante (Obando, 2006).

## **7.2 Universo de estudio, población y muestra**

Los participantes son un grupo de individuos que tienen una o varias características comunes que interesan al investigador y los distinguen de otros, y con base en esas características son seleccionados para ser parte de la investigación. Unos participantes bien seleccionados facilitarán recopilar la información necesaria y confiable sobre la problemática estudiada (Alvarez-Gayou, 2003). Los participantes se seleccionaron teniendo en cuenta el contexto geográfico, la institución educativa, y su rendimiento en matemáticas; en ese orden de ideas, fueron elegidos 35 estudiantes que conforman los dos grupos que cursan del grado séptimo, 25 ubicados en la institución San Miguel y 12 en la institución Cansarrocines.

La población seleccionada está conformada conformado por escolares cuyas edades oscilan entre los 11 a 13 años de edad. Proviene de familias pertenecientes al nivel socioeconómico uno y dos, lo cual permite identificar que los recursos económicos para satisfacer sus necesidades básicas son limitados. La mayoría de estos estudiantes viven en la

zona rural del municipio. Esta población escolar forma parte de familias nucleares formadas por padre y madre; y mononucleares, es decir, por una sola persona quien debe asumir los dos roles y generalmente es la madre. Se estima que el promedio de nivel académico de los padres está referido en que un 60% terminaron la educación básica primaria, un 10% no finalizó esta etapa y 30% restante que culminó el nivel de secundaria (PEI, 2020).

### **7.3 Estrategias metodológicas**

- Identificación de los rendimientos académicos de las áreas de matemáticas, educación física y artística que tienen los estudiantes del grado séptimo de las instituciones en estudio y percepciones de los docentes sobre las posibilidades de integración curricular. Aplicación de una encuesta con el fin de identificar la preferencia de las áreas y las opiniones que tienen los estudiantes sobre las áreas de matemáticas, educación física y educación artística. Revisar el historial de notas que tienen los estudiantes en las anteriores áreas. Aplicación de una encuesta a los docentes de educación física y artística, con el fin de identificar su aceptabilidad en cuanto a la articulación de estas áreas con las matemáticas.
- Aplicación de una secuencia didáctica a partir de la geometría fractal, que permita integrar el currículo de educación artística, educación física y matemáticas del grado 7° de Educación Básica Secundaria de la I. E San Miguel y la I. E. Cansarrocines del municipio de la Plata – Huila. Aplicar 8 secuencias didácticas de integración curricular. Realizar un mural en cada institución con la temática de los fractales.
- Evaluación de la secuencia didáctica basada en la geometría fractal mediante la

articulación de la educación física, la artística y la matemática. Comparación de los historiales académicos y las evaluaciones de las secuencias didácticas.

- Socialización de los hallazgos encontrados y el planteamiento recomendaciones de cambios curriculares a las instituciones educativas. Exposición de los resultados obtenidos con los docentes de cada una de las instituciones. Realizar un video para ser difundido a través de las redes virtuales de las instituciones.

## **7.4 Técnicas e instrumento de Investigación**

### **7.4.1 Encuesta**

Es una forma muy conveniente de recopilar información de un gran número de personas en un período de tiempo. es una lista de preguntas con sus opciones de respuesta que se utilizan para recopilar datos de los participantes sobre sus actitudes, experiencias u opiniones (Casas & Repullo, 2002). El cuestionario se caracteriza porque debe ser breve en cuanto al número y la extensión de las preguntas, sencillo y de fácil comprensión y las preguntas deben formularse de manera ordenada y sistemática con instrucciones claras con respecto a completar el cuestionario.

En ese orden de ideas, a los escolares y docentes se les aplicara una encuesta para indagar sobre las preferencias con respecto a las áreas de matemáticas, educación física y educación física y conocer la aceptación en cuanto a trabajar de manera articulada las matemáticas, la educación artística y la educación física (**Ver Anexo C-D**).

### **7.4.2 Rubrica de evaluación**

Una rúbrica es un conjunto explícito de criterios utilizados para evaluar un tipo particular de trabajo o desempeño y proporciona más detalles que una sola calificación. Las

rúbricas, por lo tanto, lo ayudarán a calificar de manera más objetiva los progresos o comportamiento de los escolares evaluados (Hernández, 2012).

Como herramienta de calificación, las rúbricas pueden abordar estos y otros problemas relacionados con la evaluación: reducen el tiempo de calificación; aumentan la objetividad y reducen la subjetividad; transmiten retroalimentación oportuna a los estudiantes y mejoran la capacidad de los estudiantes para incluir los elementos requeridos de una tarea

Para este trabajo la rúbrica está conformada por tres categorías con su respectivo indicadores y criterios de evaluación: Superior, básico y bajo con la cual se hizo una evaluación continua durante el desarrollo de las actividades con los escolares (**Ver Anexo F**)

## 8.1 Análisis de los rendimientos académicos de los estudiantes

Para la elaboración del estado del arte se hizo una revisión de los portafolios de notas de los docentes en las áreas de matemáticas, artes y educación física; asimismo, el consolidado de boletines donde se revisó el informe de los dos primeros periodos de los escolares en las asignaturas mencionadas.

Con base en la información recolectada, se realiza un promedio de notas de los periodos uno y dos y presenta el siguiente análisis de los rendimientos académicos que tienen los estudiantes del grado séptimo de las instituciones en estudio.

Tabla 1. Análisis de los rendimientos académicos de los estudiantes Institución San Miguel

Análisis de los rendimientos académicos				
	<b>Bajo</b>	<b>Básico</b>	<b>Alto</b>	<b>Superior</b>
Matemáticas	7	13	3	2
Educación física		3	17	5
Educación artística			8	17

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla uno, se evidencian el promedio de resultados de las notas finales de los periodos 1 y 2 en las asignaturas de matemáticas, Educación física y Artística de los estudiantes de séptimo de la I.E San miguel. En el área de matemáticas, se observa que la mayoría de los estudiantes se encuentran en el nivel Básico, es decir, cumplen con los desempeños mínimos establecidos en los periodos uno y dos de matemáticas, así mismo se evidencia que, 7 estudiantes se encuentran en nivel Bajo, esto significa que No cumplen con los desempeños básicos establecidos en los periodos uno y dos de dicha asignatura.

Por otra parte, en las asignaturas de Educación Física y Artística, se observa que los estudiantes se encuentran en los niveles Superior y Alto demostrando que cumplen con la mayoría de desempeños establecidos en los periodos uno y dos en estas asignaturas. Estos resultados son positivos, ya que permitirá a las tesoreras desarrollar de manera significativa la secuencia didáctica propuesta para los estudiantes de grados séptimo en la I.E San Miguel.

Tabla 2. Análisis de los rendimientos académicos de los estudiantes Institución Cansarrocines

Análisis de los rendimientos académicos				
	<b>Bajo</b>	<b>Básico</b>	<b>Alto</b>	<b>Superior</b>
Matemáticas	3	6	2	1
Educación física			10	2
Educación artística			8	4

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la I.E Cansarrocines, la tabla 2 evidencia en el área de matemáticas que la mitad de estudiantes se encuentran en el nivel Básico, es decir, cumplen con los desempeños mínimos establecidos en los periodos uno y dos de matemáticas. De igual forma, se observa que 3 de los 12 estudiantes se encuentra en el nivel bajo, esto significa que, No cumplen con los desempeños mínimos establecidos en los periodos uno y dos de matemáticas.

Finalmente, se evidencia que los estudiantes se encuentran en los niveles Alto y Superior en las asignaturas de Educación física y Educación artística; al igual que los resultados de la I.E San Miguel, estos resultados son positivos ya que se infiere preferencia por las asignaturas de educación Física y artística, punto de partida para el desarrollo de las actividades para fortalecer las matemáticas en la población objeto de estudio.

Continuando con el estado del arte y teniendo en cuenta los desempeños de los escolares en las Tabla 1 y 2 se puede afirmar que en las instituciones educativas un buen número de estudiantes, subjetivamente, consideran las matemáticas como un área compleja, de difícil comprensión, lo que genera desmotivación y bajo rendimiento académico, y al no contar con los recursos o las estrategias para trabajar esta área, se presentan problemas específicos que dificultan su enseñanza y aprendizaje. La falta de recursos, conlleva a que las matemáticas que se les enseñan a los estudiantes se realice de manera tradicional y mecánica, donde el acto de aprendizaje según Fernández y Sahuquillo (2015) este “basado en la repetición de procesos, confiando que la repetición les haga asimilar el significado de los mismos” (p.13).

Debido a esto, Alsina y Planas (2008) citado por Castro y Torres (2016) afirman que “el fracaso escolar, entre otras problemáticas, reclaman un proceso de organización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación matemática” (p. 217) , ya que, mejorar el rendimiento académico de los estudiantes es un objetivo primordial para los docentes, más aún para la enseñanza de la matemática. Por eso, Quintero y Restrepo (2016) aseguran que “se ha convertido en un problema en donde la limitación de analizar e interpretar, desarrollar una actitud Mental perseverante e inquisitiva para resolver problemas, representan para los estudiantes algo imposible de alcanzar” (p.9).

Acorde a lo expuesto por los autores, lo que hace complejo el aprendizaje de las matemáticas se debe a factores como la falta estrategias y métodos institucionales para la enseñanza, actividades desligadas del contexto de los escolares y falta de materiales adecuados para la enseñanza. Debido a estas dificultades, los escolares han presentado bajo rendimiento en el área de matemáticas y según lo señalado por el Decreto 1290 de 2009

mediante el cual se estableció en Colombia la evaluación del aprendizaje, los alumnos tienen un desempeño básico, es decir que solo logran los desempeños mínimos en relación con el área.

Revisando los indicadores evaluados por los docentes estos bajos desempeños se debe a que los estudiantes no clasifican ni organizan la presentación de datos; no construyen ni describe secuencias numéricas y geométricas; no ubican objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición: no describe características de figuras que son semejantes o congruentes entre sí, no usa operaciones ni propiedades de los números naturales para establecer relaciones entre ellos en situaciones específicas, no establece conjeturas acerca de regularidades en contextos geométricos y numéricos, no resuelve ni formula problemas sencillos de proporcionalidad directa, no resuelve situaciones que requieren estimar grados de posibilidad de ocurrencia de eventos, no usa propiedades geométricas para solucionar problemas relativos a diseño y construcción de figuras planas

En cuanto a la educación artística los resultados son mejores, concuerda con los hallazgos del estudio de Ifitmi (2020) quien encontró que los niños y niñas en edad preescolar hasta que completaron sexto, séptimo y octavo grado; El 40 por ciento de los estudiantes tomó algún tipo de curso electivo de arte (música, danza, teatro, artes visuales) durante la escuela secundaria tenían un promedio de calificaciones significativamente más alto y puntajes en matemáticas y lectura. Este estudio se une al creciente cuerpo de investigación que sugiere que los estudiantes pueden beneficiarse de un currículo académico y artístico ya que apoya el crecimiento, como este estudio de Roege (2013) que encontró que los estudiantes que estudian música tienen mejores calificaciones en todas las materias.

Por otro lado, en educación física los resultados también fueron positivos, según el

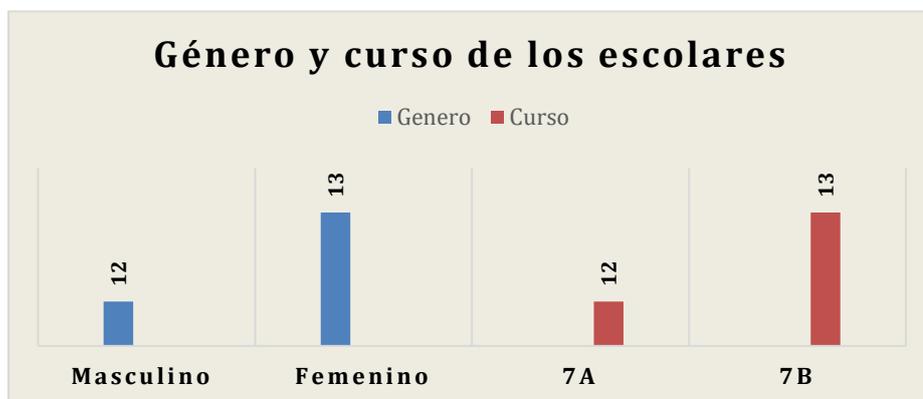
estudio de Lozano (2012) se debe a que los escolares consideran que la educación física es divertida debido a los juegos y porque les ayuda a desarrollar sus habilidades motoras y fortalecer sus músculos. Desde la experiencia de las docentes investigadoras, estos buenos resultados se deben a que, la educación física ayuda a los niños a desarrollar su confianza.

Esto puede tener un aspecto positivo en todos los ámbitos de su vida, como sus relaciones personales y su capacidad para integrarse rápidamente y hacer amigos, lo que a su vez hace que los estudiantes sean más propensos a participar en actividades saludables fuera de la escuela. Además, educa a los niños sobre los beneficios positivos del ejercicio.

## 8.2 Análisis encuesta a estudiantes Institución San Miguel

La encuesta aplicada a los escolares de las dos instituciones está compuesta por 7 preguntas y su objetivo era identificar las preferencias de los estudiantes del grado séptimo de las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines del municipio de la Plata Huila, con respecto a las áreas de matemáticas, educación física y educación física. Los resultados se presentarán por institución y con base en las respuestas se hará un análisis general en que se responderá al objetivo propuesto.

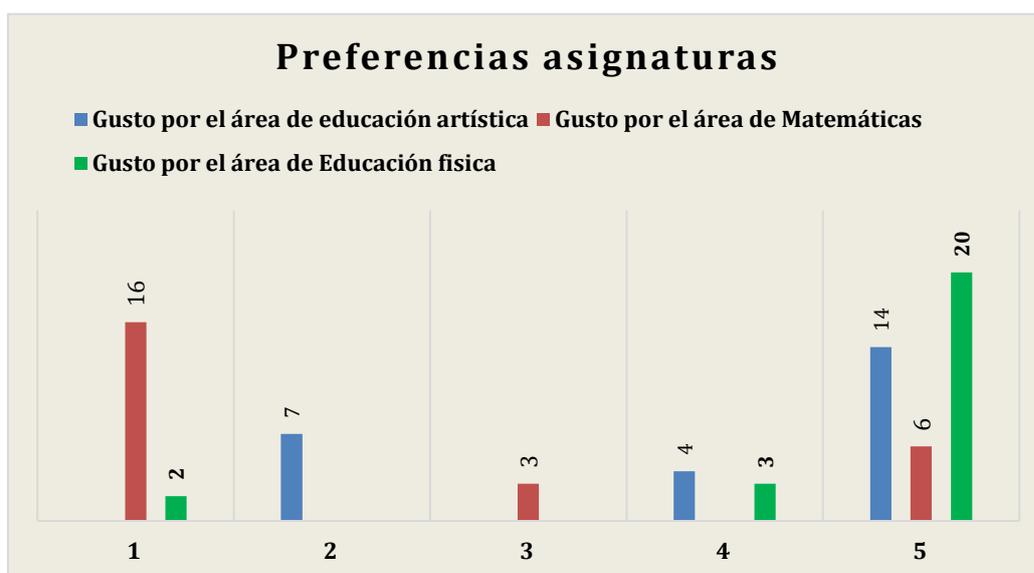
Figura 7. Género y curso de los escolares I.E San Miguel



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se evidencia que la población objeto de estudio de la I.E San Miguel, está compuesta por 12 hombres y 13 mujeres de igual forma se encuentran 12 estudiantes en Séptimo A y 13 estudiantes en Séptimo B.

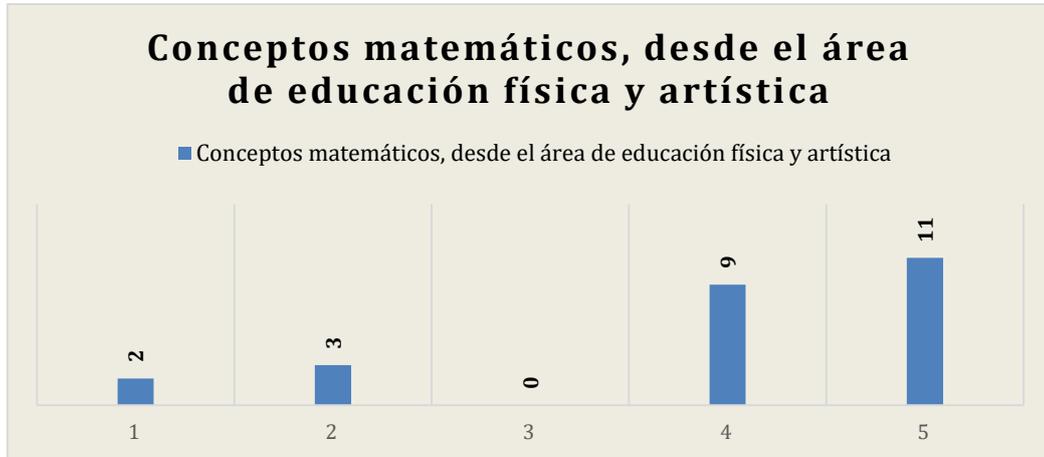
Figura 8. Preferencia por las asignaturas de matemáticas, educación física y educación artística I. E San Miguel



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se observan las respuestas de los estudiantes sobre la preferencia por Matemáticas, Artística y Educación física de los estudiantes del grado séptimo de la I.E San miguel. Con base en lo anterior se evidenció que la mayoría de estudiantes presentan predilección por las asignaturas de artística y Educación física y, por el contrario, No les agrada las Matemáticas. Esto significa que fue acertado escoger Artística y Educación Física, ya que, son asignaturas que a los estudiantes les agrada, para enseñar las matemáticas, asignatura por la cual no manifiestan interés. Por consiguiente, se esperan resultados positivos en la implementación de la secuencia didáctica.

Figura 9. Conceptos matemáticos desde el área de educación física y artística



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se evidencia que la mayoría de estudiantes del grado séptimo manifiestan agrado por aprender conceptos matemáticos, desde el área de educación física y artística. Al igual que la figura anterior, se hace pertinente la implementación de la secuencia didáctica ya que el aprendizaje de las matemáticas será agradable pues se realizará a través de asignaturas que a los escolares les agrada como lo son Artística y Educación física, convirtiéndose así en un aprendizaje significativo para ellos.

Figura 10. Sugerencia sobre la temática para mejorar en la clase de matemáticas estudiantes I.E San Miguel

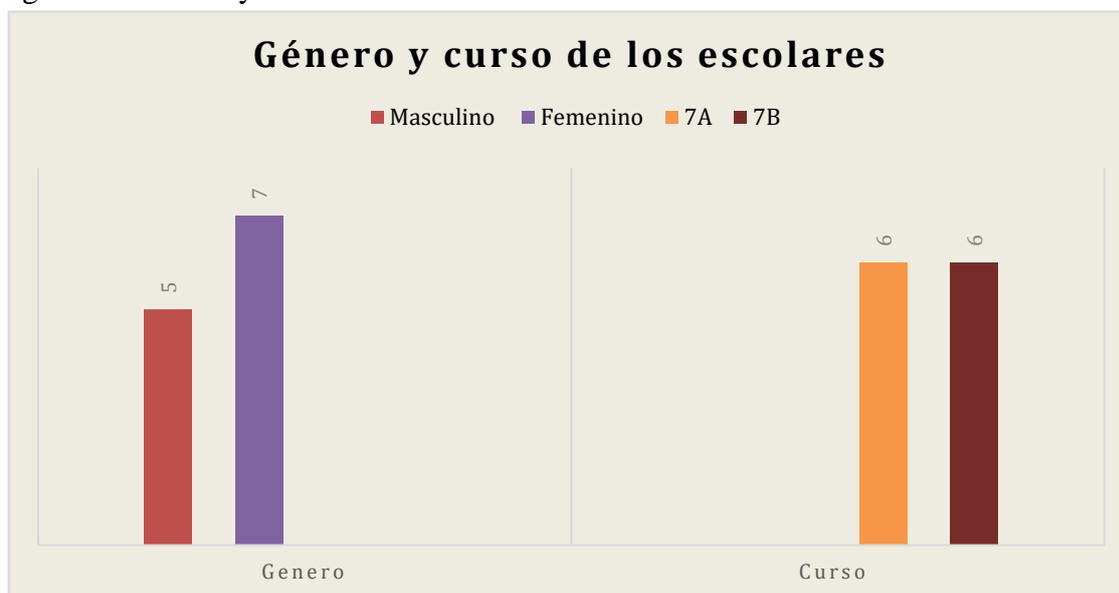


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las sugerencias de temáticas para cambiar la clase de matemáticas, se evidencia en la figura 10 que, los estudiantes del grado séptimo de la Institución San Miguel sugieren implementar competencias deportivas y aplicaciones Tecnológicas durante el desarrollo de las temáticas de matemáticas.

### 8.3 Análisis encuesta a estudiantes Institución Cansarrocines

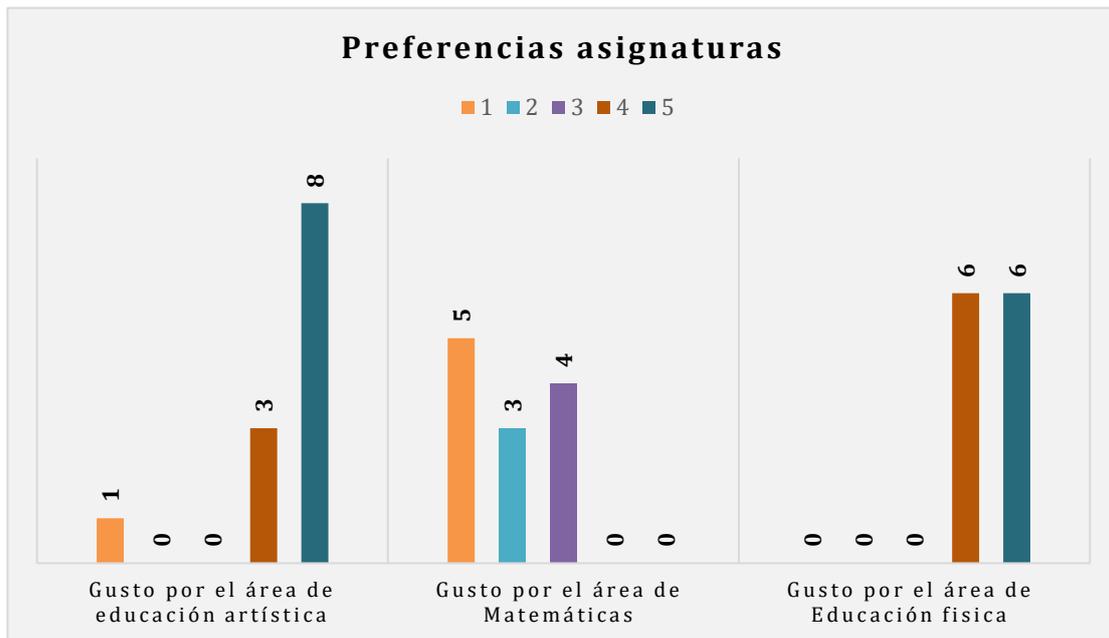
Figura 11. Género y curso de los escolares I.E Cansarrocines



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11 se evidencia que la población objeto de estudio de la I.E Cansarrocines, está compuesta por 5 hombres y 7 mujeres de igual forma se encuentran 6 estudiantes en Séptimo A y 6 estudiantes en Séptimo B.

Figura 12. Preferencia por las asignaturas de matemáticas, educación física y educación artística I. E Cansarrocines

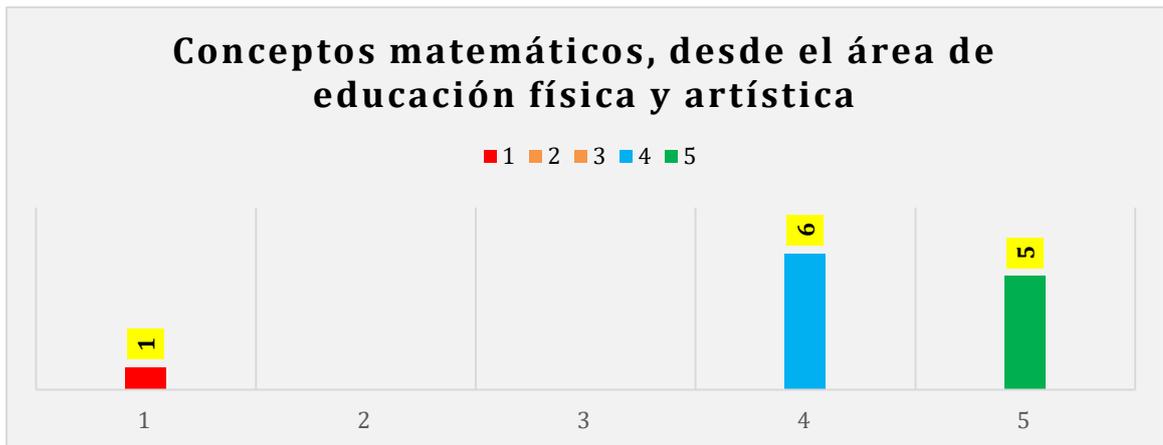


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se observan las respuestas de los estudiantes sobre el interés por Matemáticas, Artística y Educación física de los estudiantes del grado séptimo de la I.E Cansarrocines.

Con base en lo anterior se evidencio que, al igual que la Institución San Miguel, la mayoría de estudiantes presentan agrado por las asignaturas de artística y Educación física y, por el contrario, No les agrada las Matemáticas. Esto significa que fue acertado escoger Artística y Educación Física ya que son asignaturas que a los estudiantes tanto de la I.E San miguel como los de la I.E Cansarrocines les agrada, para enseñar las matemáticas, asignatura por la cual no manifiestan interés. Por consiguiente, se esperan resultados positivos en la implementación de la secuencia didáctica.

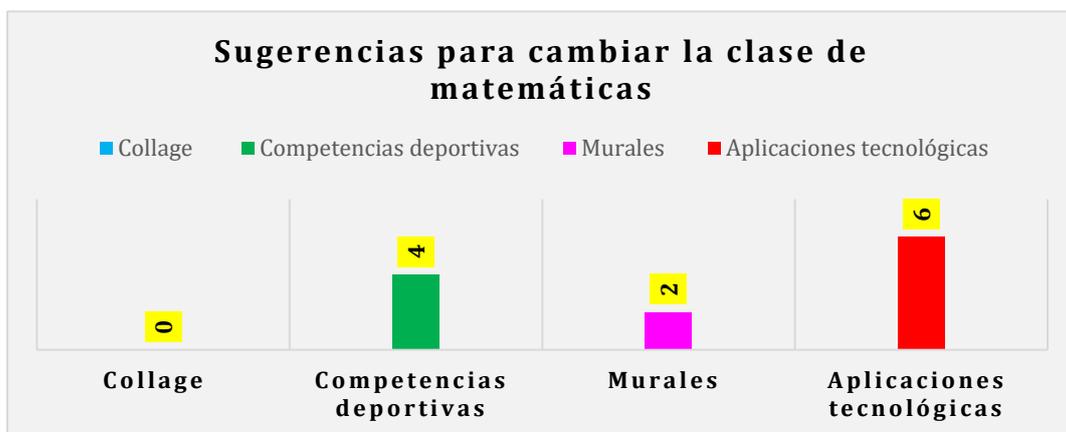
Figura 13. Conceptos matemáticos desde el área de educación física y artística I.E Cansarrocines



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se evidencia que la mayoría de estudiantes del grado séptimo de la I.E Cansarrocines manifiestan agrado por aprender conceptos matemáticos, desde el área de educación física y artística. Esto significa que, al igual que la figura anterior, se hace pertinente la implementación de la secuencia didáctica ya que el aprendizaje de las matemáticas será agradable pues se realizará a través de asignaturas que a los escolares les agrada como lo son Artística y Educación física, convirtiéndose así, en un aprendizaje significativo para ellos.

Figura 14. Sugerencia sobre la temática para mejorar en la clase de matemáticas estudiantes I.E Cansarrocines



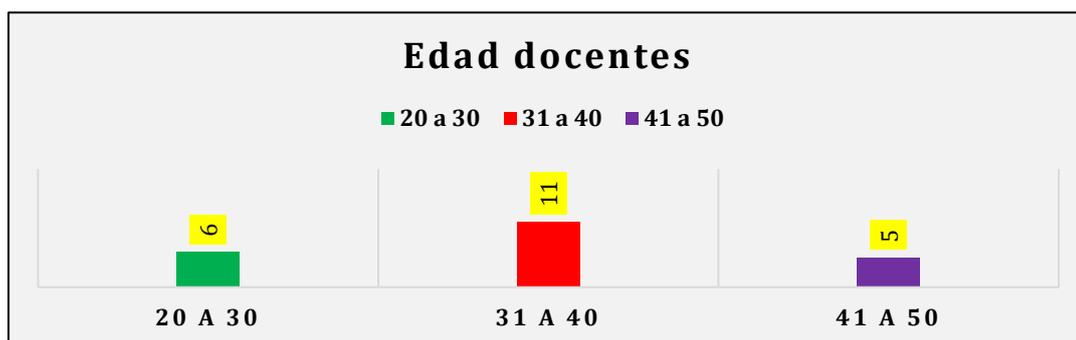
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las sugerencias de temáticas para cambiar la clase de matemáticas, se evidencia en la figura 14 que, al igual que los estudiantes de la I.E San Miguel, los estudiantes sugieren implementar competencias deportivas y aplicaciones Tecnológicas durante el desarrollo de las temáticas de matemáticas. Análisis de encuesta a docentes

#### 8.4 Análisis de encuesta a docentes

La encuesta a docentes está compuesta por 4 preguntas de selección múltiple que tenía por objetivo conocer la aceptación en cuanto a trabajar de manera articulada las matemáticas, la educación artística y la educación física. La encuesta fue aplicada a 22 docentes, 16 docentes de la I.E San Miguel y 6 de la I.E Cansarrocines arrojando los siguientes resultados.

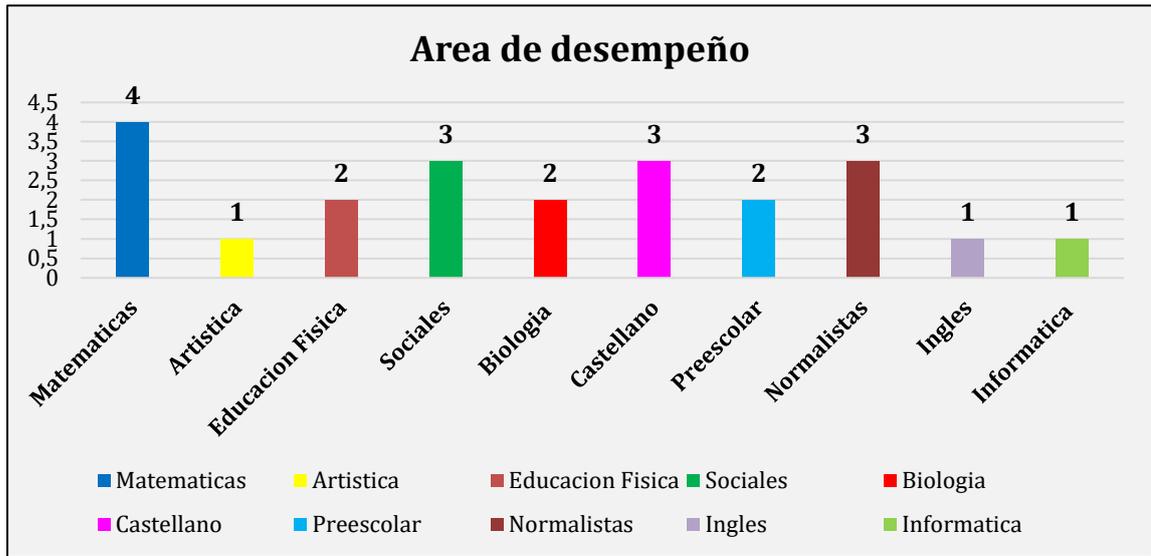
Figura 15. Edad de los docentes



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se observar que el rango de edad de los docentes encuestados es: seis docentes entre los 20 y 30 años, 11 entre los 31 y 40 años y cinco docentes entre los 41 a 50 años de edad.

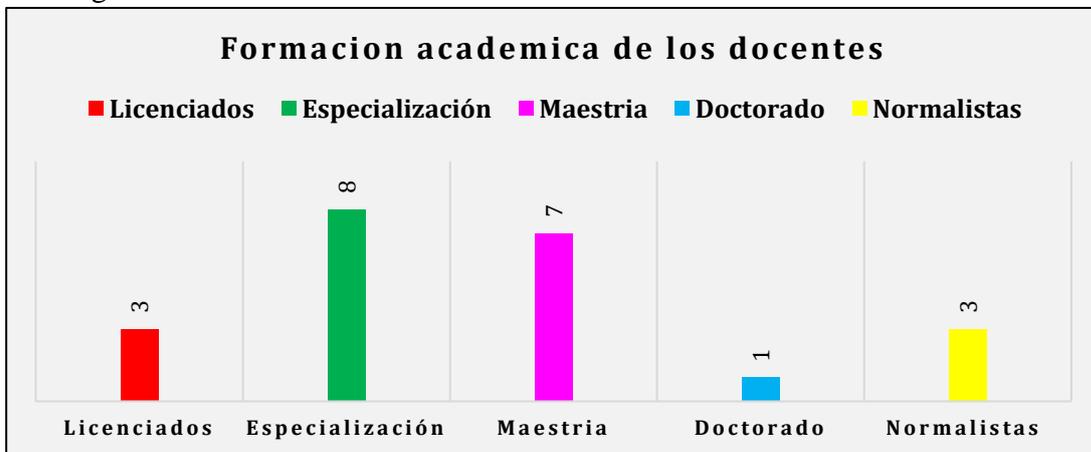
Figura 16. Área de desempeño de los docentes encuestados



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al área de desempeño de los docentes encuestados, se evidencia en la figura 16 que, 6 docentes se desempeñan en el área de matemáticas, 3 en artística, 3 en Educación física, 2 docentes en sociales, 1 en Biología y 3 en el área de español.

Figura 17. Formación académica de los docentes encuestados

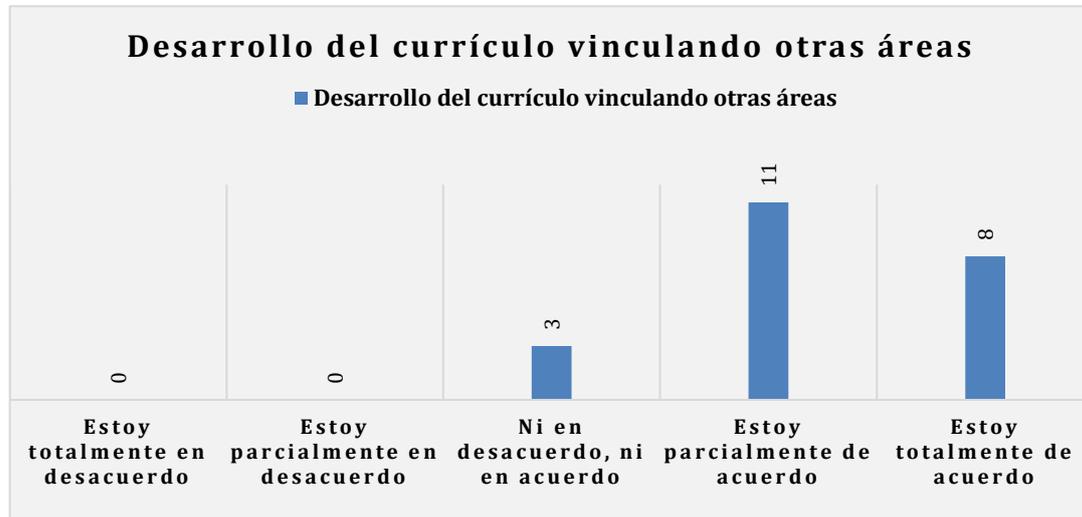


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17, se evidencia que tres docentes normalistas, tres son Licenciados, ocho son especialistas, siete son Magister y un Doctor. En cuanto al nivel de formación, se evidencia que la gran mayoría de los docentes tienen formaciones diferentes a su licenciatura, esto puede ser positivo ya que pueden vincular con más facilidad la interdisciplinariedad de

diferentes áreas en el proceso académico de las temáticas a enseñar.

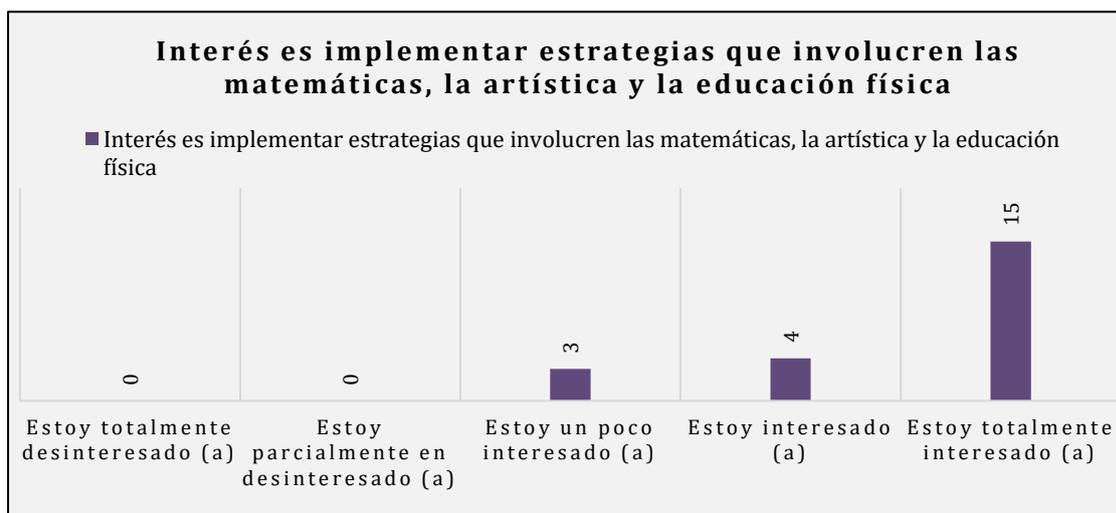
Figura 18. Desarrollo del currículo vinculando otras áreas



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18, evidencia que 11 docentes están Parcialmente de acuerdo en que el currículo se puede desarrollar de manera articulada con otras áreas del conocimiento y ocho estudiantes manifestaron estar totalmente de acuerdo.

Figura 19. Interés es implementar estrategias que involucren las matemáticas, la artística y la educación física

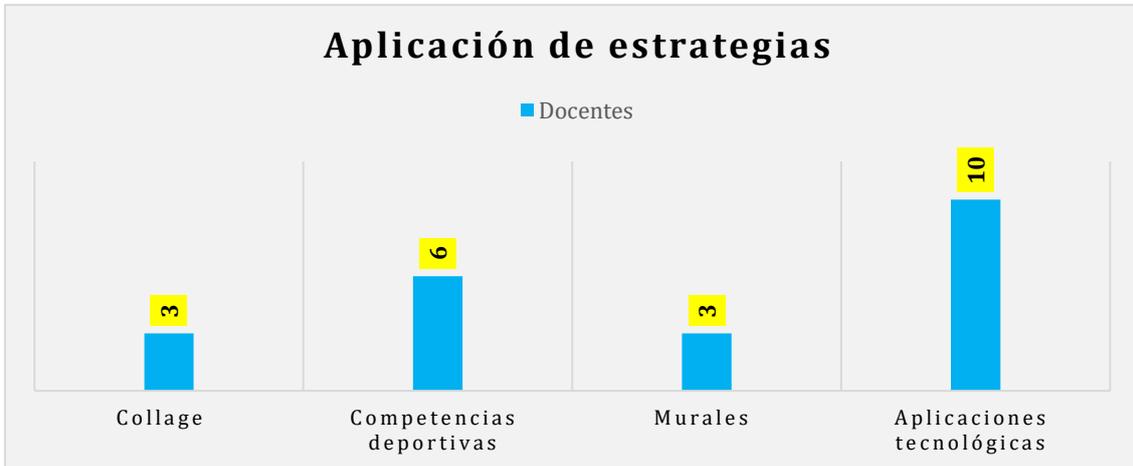


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19, se observa que 15 docentes se encuentran Totalmente interesados en

implementar estrategias que involucren las matemáticas, la artística y la educación física, 4 docentes se encuentra Interesados y 3 docentes Un poco interesados.

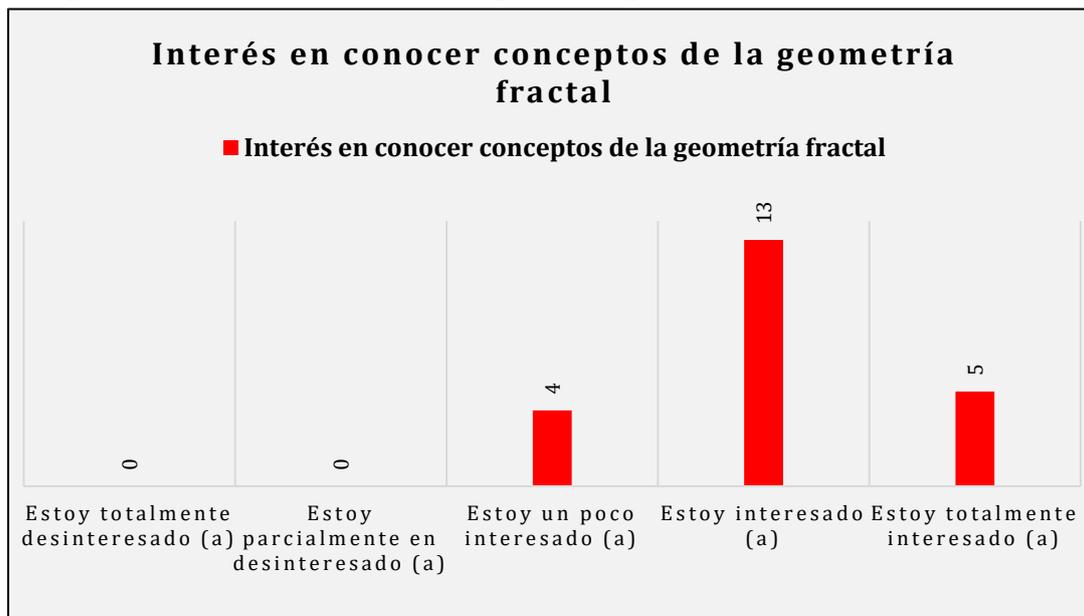
Figura 20 Aplicación de estrategias



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la aplicación de estrategias, 3 docentes manifestaron que podrían implementar Collage, 6 docentes implementarían Competencias deportivas, 3 docentes Murales y 10 docentes implementarían Aplicaciones tecnológicas.

Figura 21. Interés en conocer conceptos de la geometría fractal



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al indagar en los docentes sobre el interés en conocer conceptos de la geometría fractal, que se pueden desarrollar desde su área, se halló que 4 docentes respondieron estar Un poco interesados, 13 docentes manifestaron estar Interesados y 5 docentes mencionaron está Totalmente Interesados.

### 8.5 Análisis resultados de evaluación.

La evaluación se realizó de manera formativa, es decir, durante el desarrollo de las actividades. Para esta evaluación se tuvo en cuenta los resultados de los estudiantes en cada una de las actividades propuestas dentro de la estrategia aplicada. La valoración de los escolares se hizo teniendo en cuenta la escala evaluativa propuesta por el Ministerio de educación en su decreto 1290 (**Ver Anexo G**). También se elaboró una rúbrica de evaluación compuesta por tres categoría y 3 indicadores evaluativos (**ver Anexo F**).

Tabla 3. Resultados estudiantes I.E San miguel

Actividad	Valoración							
	Superior		Alto		Básico		Bajo	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Actividad 1	1	4%	5	20%	10	40%	9	36%
Actividad 2	1	4%	5	20%	12	48%	7	28%
Actividad 3	2	8%	6	24%	11	44%	6	24%
Actividad 4	3	12%	2	8%	10	40%	10	40%
Actividad 5	4	16%	7	28%	9	36%	5	20%
Actividad 6	6	24%	7	28%	8	32%	4	16%

Nota: Resultados de evaluación formativa de las actividades de la secuencia didáctica

aplicada a los estudiantes del grado séptimo de la I.E San Miguel. **Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 1 se evidencia que en la actividad 1 la mayoría de estudiantes del grado séptimo de la I.E San Miguel se encontraron en un nivel básico, es decir, superaron algunos de los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio; así mismo ocurrió con las actividades dos y tres. En la actividad 4, se encontraron en el nivel Básico y Bajo, esta última valoración, significa que los estudiantes No alcanzaron los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

Aunque el propósito de la secuencia es lograr una mejora en el aprendizaje de todos los escolares, en estas primeras actividades el desarrollo de las estrategias y actividades llevadas a cabo por los alumnos no tiene una incidencia notable en el refuerzo de conceptos y comprensión de los fractales. De modo que, los alumnos pueden reforzar los conceptos, particularmente de área, en el transcurso de sus cursos normales de matemáticas y como consecuencia de su proceso normal de aprendizaje.

No obstante, se requiere que los docentes del área de matemáticas, educación física y artística sigan desarrollando estrategias y actividades para la enseñanza de la Geometría Fractal, permitiendo que los alumnos mejoren su capacidad para identificar elementos de la geometría fractal o aprender concepto de proporcionalidad y operaciones con fracciones.

Cabe resaltar que la geometría fractal es relevante no solo en el contexto educativo, pues, también permite comprender la complejidad de los "sistemas", además de las formas. El momento y el tamaño de los terremotos, la variación de los latidos del corazón de una persona

y la prevalencia de las enfermedades son sólo tres casos en los que la geometría fractal puede describir lo imprevisible (Zamora, 2019).

Por eso, es importante seguir enseñando y promoviendo el interés de los escolares sobre la geometría fractal desde un enfoque interdisciplinario de la geometría, esperando que el alumno sea autónomo y capaz de desarrollar su conocimiento. Además porque desde este enfoque el estudiante aprenderá a realizar conexiones entre ideas y conceptos en diferentes disciplinas (López, 2019). Los estudiantes que aprenden de esta manera pueden aplicar los conocimientos adquiridos en una disciplina a otra disciplina diferente como una forma de profundizar la experiencia.

Por ello, Gershenson (2019), es enfático en decir que, a diferencia del pensamiento tradicional, los fenómenos se deben observar desde diferentes perspectivas, esto ayudará a tener un mejor entendimiento del problema para hallar las estrategias adecuadas para la solución de dicho fenómeno o problema, en este caso, la comprensión y utilidad de la geometría fractal y su incidencia en el rendimiento de las matemáticas.

Finalmente, en las actividades 5 y 6 se ubicó un mayor porcentaje de estudiantes en el nivel Básico y superior, evidenciando también un aumento significativo en el nivel Alto, esto significa que los estudiantes superaron la totalidad de desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

Estos resultados positivos demuestran lo necesario de implementar estrategias en función de objetivos y principios, ya que posibilitó introducir los conceptos y procedimientos fundamentales de la geometría fractal, a través del diseño de actividades basadas en un enfoque constructivista. Lo implementado en este trabajo es susceptible de ser mejorado. Pero

al aplicar cualquier estrategia se debe tener en cuenta que el grado de beneficio depende también de la manera como el profesor administre la clase y el material, así como de la preparación que tenga sobre el tema. Es importante que el alumno no sólo interactúe con el material, sino con el maestro y con sus propios compañeros.

Morin (2008) aboga sobre lo relevante de las estrategias y para que las organizaciones adopten el método de planificación estratégica, pero no mencionan a todos como un estratega jefe con capacidad para definir y dar forma a planes. De nuevo se necesita equilibrio. Sin embargo, se debe permitir que los miembros de la organización tomen algún grado de iniciativa en aras de la eficiencia. Por eso afirma que “la estrategia elabora uno o varios escenarios posibles. Desde el comienzo se prepara, si sucede algo nuevo o inesperado, a integrarlo para modificar o enriquecer su acción” (Morín, 1994, p.81).

Ahora bien, según Mandelbrot (1977) la geometría fractal no sólo explica varios fenómenos naturales que la geometría euclidiana no puede tratar, sino que también, sino que también proporciona una nueva forma de pensar en la geometría. Las aplicaciones de la geometría fractal pueden en muchos campos: arte, astronomía, naturaleza, informática, mecánica de fluidos telecomunicaciones, física de superficies y medicina, entre otros.

Acorde a los resultados, el estudio de los elementos de la geometría fractal puede tener un efecto positivo en el aumento del interés por el estudio de las matemáticas y la educación física y artística, así como en la mejora de la calidad del de dominar los conocimientos matemáticos y el nivel de desarrollo de la actividad mental de los estudiantes. Además de eso, que el desarrollo de las estrategias y actividades fue efectivo para que los escolares comprendieran nuevos conceptos tales como autosimilaridad y dimensión fractal.

Actividad	Superior		Alto		Básico		Bajo	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Actividad 1	1	8%	2	17%	4	33%	5	42%
Actividad 2	1	8%	2	17%	5	42%	4	33%
Actividad 3	1	8%	4	33%	4	33%	3	26%
Actividad 4	2	17%	5	42%	3	25%	2	17%
Actividad 5	3	25%	5	42%	3	25%	1	8%
Actividad 6	4	33%	5	42%	1	8%	2	17%

Nota: Resultados de evaluación formativa de las actividades de la secuencia didáctica aplicada a los estudiantes de la I.E Cansarrocines. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la I.E Cansarrocines, se evidencia en la tabla 2 que, en la actividad uno la mayoría de estudiantes del grado séptimo se ubicaron en el nivel Bajo, esto quiere decir que No alcanzaron los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

En las actividades dos y tres la mayoría de los estudiantes se ubicaron en el nivel Básico lo que quiere decir que, superaron algunos de los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

De igual modo, en las actividades cuatro y cinco se halló que el mayor porcentaje de estudiantes se encuentran en el nivel Alto, esto significa que superaron casi todos los desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

Finalmente, se encontró que en la actividad seis aumentó en gran porcentaje el nivel

Superior con relación a las anteriores actividades, es decir, que los estudiantes superaron la totalidad de desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, el sistema circulatorio y respiratorio.

En conclusión, se puede evidenciar que los estudiantes de la I.E San Miguel y Cansarrocines, fueron mejorando su desempeño, ubicándose en los niveles Básico, Alto y Superior a medida que fueron realizando las actividades programadas para el desarrollo del área de matemáticas por medio de la geometría Fractal.

Llegados a este punto y con los positivos resultados de los escolares después de trabajar la secuencia didáctica con la geometría fractal, es posible afirmar que, mediante la interdisciplinariedad, los escolares aprendieron el valor de integrar varias áreas académicas adecuadas y esto les posibilitó el desarrollo de las actividades mediante habilidades de colaboración.

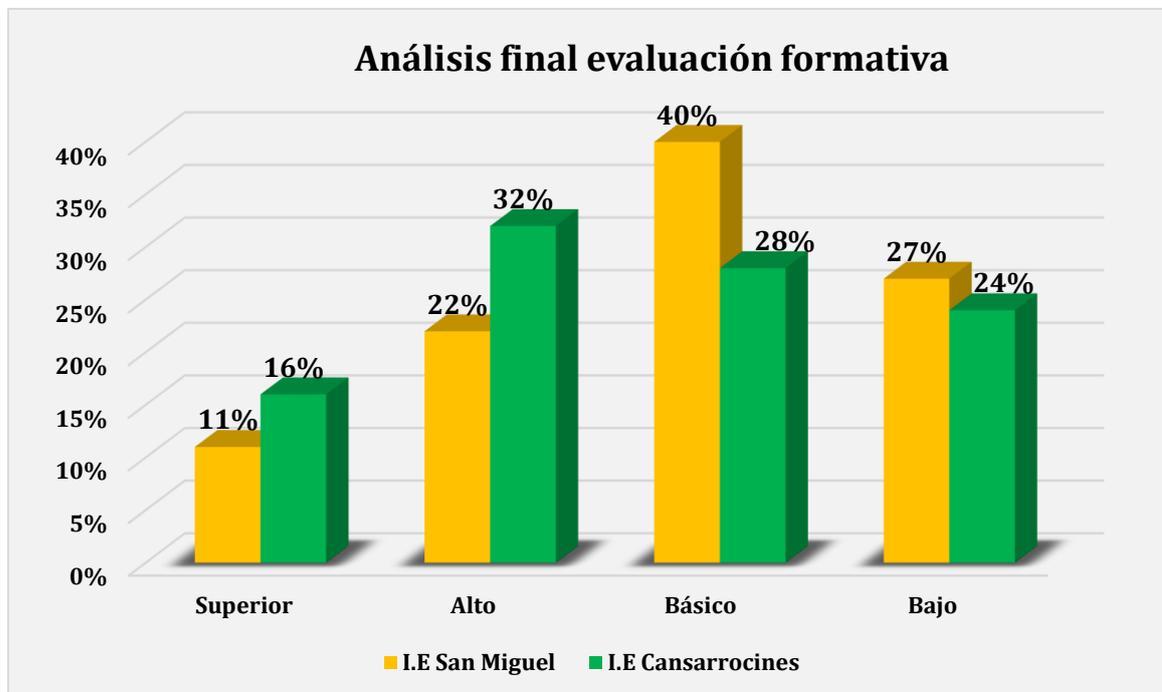
Por este motivo, es imperativo que, la interdisciplinariedad y su incidencia en la generación de conocimiento y favorecimiento en el proceso educativo se incluya en las políticas de mejoramiento de la educación, diseñando diversas estrategias para facilitar la implementación del currículo; determinando los logros y dificultades, tanto técnicas como didácticas.

Desde lo planteado por la complejidad aplicar esta secuencia didáctica para la enseñanza de los fractales y su incidencia en las matemáticas, educación física y artística, además de enseñarle a los escolares a construir su propio conocimiento, se les enseñó a reconocer el error y que la incertidumbre es parte del conocimiento y para construirlo es preciso tener en cuenta todas las variables de la realidad. De modo que, a partir de la generación y construcción de conocimiento con los estudiantes de forma activa y dinámica, se

empezó a cambiar la forma tradicional de enseñar en el aula y facilitarles a los estudiantes aprender por medio de actividades nuevas e innovadoras.

Para Lenoir (2013) aplicar estrategias desde la interdisciplinariedad es significativo porque involucra principalmente el conocimiento y el saber hacer y ciertas habilidades personales, que involucra no solo el autoconocimiento, sino también el conocimiento de los demás. En este sentido, esta secuencia aplicada con los escolares desde la integración de tres áreas del saber permitió a los escolares, aprender conceptos de la geometría fractal, sus distintos elementos, características y aplicaciones; ante todo, el inicio de una transformación y reestructuración de la enseñanza y de construcción del conocimiento; a partir de conexiones curriculares con vistas a la resolución de problemas de la vida real; y la preocupación por desarrollar el pensamiento complejo.

Figura 22. Análisis general de la evaluación formativa



Fuente: Elaboración propia.

La figura 22 muestra el análisis general de la evaluación formativa de los estudiantes del grado séptimo de las I.E San miguel y Cansarrocines, es elaborada a partir del promedio general de los resultados de los niveles Superior, Alto, Básico y Bajo hallados en las tablas 3 y 4.

Con base en lo anterior, se puede inferir que, el mayor porcentaje de estudiantes durante el desarrollo de las actividades se ubicaron en el nivel Básico y Alto, esto significa que los estudiantes tanto de la I.E San Miguel como Cansarrocines logran cumplir con la mayoría de desempeños necesarios en relación a la identificación de elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas, físicas.

En consonancia con los resultados expuestos es posible afirmar que aplicar la secuencia desde la interdisciplinariedad generó una mejora del rendimiento y aprendizaje de los estudiantes sobre la geometría fractal, un conocimiento necesario que ha hecho posible explorar matemáticamente los tipos de irregularidades aproximadas que existen en la naturaleza. Además, los estudiantes y sus profesores que desarrollen estrategias desde la interdisciplinariedad avanzarán en el pensamiento crítico, la comunicación, la creatividad, la pedagogía (Pabón, Rodríguez, & Vega, 2017).

Teniendo en cuenta lo necesario de las matemáticas y la necesidad de desarrollar habilidades en los escolares, este tipo de intervenciones educativas a través de estrategias que promueven la interdisciplinariedad adquieren relevancia ya que, a los escolares y docentes, deben aprender a integrar sus saberes, evitando todo pensamiento reduccionista de la educación y la ciencia. Morín (1999) plantea que no se debe sucumbir al pensamiento reduccionista “disminuye el conocimiento de un todo al conocimiento de sus partes y provoca consecuencias aún más funestas en el mundo de las relaciones humanas que en el del

conocimiento del mundo físico” (p.49).

En este contexto, y lo dicho por Morín, resalta la necesidad de superar la enseñanza fragmentada y promover una visión global del mundo exige un proceso de enseñanza-aprendizaje interdisciplinario, donde se integre área de conocimiento como se hizo con los escolares de séptimo grado para enseñarle geometría fractal. Para lograr este objetivo, los docentes deben tener acceso a la interdisciplinariedad durante su formación, lo que debe contribuir a que adopten una postura interdisciplinar que propicie cambios en su práctica docente y que haga más productivo su enseñanza. De modo que, introducir la interdisciplinariedad en el aula implica que la pedagogía se transforme profundamente para promover la formación de un nuevo tipo de docentes que enseñen de manera diferente.

## **8.6 Análisis de la rúbrica**

Durante el proceso de integración del currículo de educación artística, educación física y matemáticas para la aplicación de la secuencia didáctica y enseñanza de la geometría fractal a los escolares se les evaluó a través de una rúbrica de evaluación conformada por tres categorías tres indicadores de evaluación con su respectiva nota (**Ver Anexo F**). El objetivo fue evaluar el impacto de la didáctica basada en la geometría fractal mediante la articulación de la educación física, la artística y la matemática.

Durante la actividad con el empleo de la secuencia se observó que los estudiantes estaban motivados intrínsecamente, puesto que realizaban la actividad con placer y satisfacción, ya que se enfrentaron a situaciones con metas muy bien definidas y a la vez recibían información sobre lo cerca que estaban por alcanzarla. Además, tenían un alto grado de concentración, de modo que perdían la noción del tiempo y también buscaban hacer frente a más desafíos.

Se evidenció que los estudiantes estaban experimentando y desarrollando las actividades en su mayoría alcanzando el nivel Superior y básico en las tres categorías, es decir que se motivaron a participa activamente, esto le permitió ir conociendo los conceptos necesarios para la creación de fractales para su posterior construcción de un fractal.

En el desarrollo de la secuencia aplicada, se observaron estrategias grupales e individuales al momento de hacer las construcciones de los fractales generadas o dadas para su estudio en la secuencia. Lo que permitió desde la experiencia con la secuencia, que algunos estudiantes manifestaran sus apreciaciones con respecto a que existía una relación directa entre la geometría fractal y elementos de su entorno.

También, como docente en formación la experiencia de presentar y analizar una secuencia que estuviese contextualizada en la geometría fractal, es enriquecedora por tanto entran en juego diversos factores considerados o no de conceptos, tiempo, espacio, diseño y manera particular en que se enseña y evalúa en el aula. Como también las variables que deben tenerse en consideración al momento de rediseñarla.

Por tanto, los datos recabados permiten establecer que las actividades tuvieron un impacto positivo en la participación, motivación y aprendizaje de los escolares. Como se puede verificar con los resultados en las tablas 1 y 2, los participantes demostraron disposición, aprehensión de los conceptos relacionado con los fractales, esto significa que los escolares mejoraron el rendimiento individual y en equipo gracias a la colaboración observada entre ellos.

En ese orden de ideas, con los resultados analizados hasta este punto, es posible considera que la secuencia didáctica integrando los currículos de educación artística, educación física y matemáticas ha brindado nuevas oportunidades para diseñar contenidos en

un contexto interdisciplinario que facilitó a los alumnos aprender sobre lo relevante y útil de la geometría fractal en sus contexto académico y vivencial, familiarizó a los alumnos con la forma en que se practican las matemáticas en el mundo real, mejoró el aprendizaje del contenido matemático y fortaleció la capacidad de los estudiantes para adquirir y aplicar conocimientos en la resolución de problemas.

## **9 Conclusiones**

Con base en la revisión realizada se halló que en la institución San Miguel y Cansarrocines la mayoría de los estudiantes se encuentran en el nivel Bajo y Básico es decir cumplen con los desempeños mínimos. En educación física y artística sus desempeños son mejores, los escolares están en niveles Superior y Alto demostrando que cumplen con la mayoría de desempeños establecidos, esto significa que demuestran más habilidades e interés por realizar las actividades en arte como en educación física. Como ya se mencionó en el área de matemática se presentan más barreras de aprendizaje como el desinterés, prácticas educativas tradicionales de los docentes, pocas estrategias o material didáctico para la enseñanza de las temáticas.

Para la integración del currículo de educación artística, educación física y matemáticas se estructuró una secuencia didáctica teniendo como eje temático la geometría fractal. Con su aplicación se trasladó la enseñanza de las áreas mencionadas y el desarrollo de las actividades a diferentes espacios y formas de realizar los trabajos dentro de la escuela. Esto favoreció explicarles a los estudiantes, el concepto de geometría, con el uso de ejemplos de la

cotidianidad, ya que, para aprender artística, educación física y matemáticas desde el salón de clases, luego en la casa fue posible al uso de los dispositivos tecnológicos en las instituciones y de los escolares.

Usar la geometría fractal como temática para el diseño de la secuencia didáctica ayudó a las docentes a integrar la interdisciplinariedad como una estrategia para que los docentes y escolares asumieran un rol activo y participativo necesario para adquirir capacidades de aprendizaje autónomo, que favoreciera el pensamiento complejo capaz de articular los conocimientos fragmentados en disciplinas o campos de saber, que si bien permiten profundizar en aspectos concretos del conocimiento de la realidad, al mismo tiempo empiezan a mostrar una nueva forma de aprender y enseñar las matemáticas y contenido que guardan relación entre ellos.

La interdisciplinariedad a través del módulo de geometría fractal como estrategia, promovió la integración de contenidos de artística, educación física y matemáticas. Esta práctica educativa favoreció que las áreas de conocimiento se complementarían entre sí para que los contenidos de las asignaturas sirvieran para apoyar el aprendizaje entre los escolares, mejoraran sus rendimientos y aprendieran conceptos sobre la geometría fractal.

Las actividades de la secuencia didáctica a través de la geometría fractal ejercieron un impacto significativo en la instrucción y el aprendizaje promoviendo la motivación, el compromiso, la comunicación, el trabajo autodirigido y el aprendizaje colaborativo. Ofrecieron una nueva forma de enseñar un contenido de manera transversal e interdisciplinar, ayudando a los estudiantes a pensar y comunicarse de manera creativa, y aprender fuera del entorno tradicional del aula.

La secuencia a través de la integración de las tres áreas promovió la

interdisciplinariedad como método educativo y ayudo a mejorar el rendimiento académico, no solo a través de la creatividad, sino que también mejoro la participación, el aprendizaje colaborativo y autónomo de los escolares.

Al plantear una metodología didáctica e interdisciplinar desde la geometría fractal integrando las matemáticas, artística y educación surgió un cambio de paradigma en las orientaciones motivacionales y cognitivas, se mejoró las prácticas educativas de enseñanza y aprendizaje, fortaleciendo los procesos educativos der los escolares a través de los dominios interdisciplinares del docente promoviendo en los alumnos el pensamiento creativo, y el pensamiento complejo, a través de cada una de las etapas y aplicación del trabajo investigativo.

Trabajar la geometria fractal con los escolares de las dos instituciones se coinvirtió en una fuente muy rica para explorar lo enseñado de matemáticas en otras dos asignaturas, ademas la integracion curricular de las tres áreas contribuyó a la convocatoria interdisciplinar del y permitió la asociación de diversos conceptos matemáticos, como área, volumen y perímetro.

La aplicación de la estrategia mediante la geometría fractal favoreció cambiar esta visión docente tradicional donde no hay espacio para el pensamiento complejo, en cambio, a través de este contenido se le brindó a los alumnos la oportunidad de ver representaciones matemáticas de patrones que se encuentran en la naturaleza. De esta manera, se relacionó los contenidos tradicionales de la escuela con los de la vida cotidiana, y con esta contextualización a los escolares se les facilitó comprender la importancia de la geometría fractal.

## 10 Bibliografía

- Alcaldía de La Plata. (2016). *Plan de desarrollo 2016-2019*. La Plata . Obtenido de [https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000044/2176\\_plan-de-desarrollo-el-cambio-lo-hacemos-todos-1.pdf](https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000044/2176_plan-de-desarrollo-el-cambio-lo-hacemos-todos-1.pdf)
- Alvarado, A. (2021). *Historias y Conceptos*. Obtenido de Issuu: [https://issuu.com/amandalvarado/docs/historia\\_y\\_conceptos\\_fundamentales\\_de\\_geometria\\_a](https://issuu.com/amandalvarado/docs/historia_y_conceptos_fundamentales_de_geometria_a)
- Alvarez, M., & Pinto, A. (2014). *Encuentro internacional de matematicas* . Barranquilla: Universidad del Atlantico. Obtenido de <https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/sites/default/files/X%20Eimat%202014.pdf>
- Alvarez-Gayou, J. (2003). *Como hacer investigacion cualitativa. Fudamentos y metodologia*. (Segunda ed.). Mexico: Paidos.
- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Construcitvismo, Origenes y perspectivas. *Luarus*, 13(24), 76-92. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111485004.pdf>
- Asociación Colombiana de Matemática Educativa. (2013). *Matematica educativa*. Medellin: Universidad de Antioquia. Obtenido de [http://sired.udenar.edu.co/3476/1/MATEMATICA\\_EDUCATIVA\\_13\\_Encuentro\\_Colombiano%20ECME.pdf](http://sired.udenar.edu.co/3476/1/MATEMATICA_EDUCATIVA_13_Encuentro_Colombiano%20ECME.pdf)
- Bayu, J. (2014). Estrategias de enseñza . *Reserchgate*, 8(3), 23-35. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327433965\\_TEACHING\\_STRATEGIES](https://www.researchgate.net/publication/327433965_TEACHING_STRATEGIES)
- Begoña. (2009). Educacion y nuevas tecnologias. educacion a distancia y educacion virtual. *Revista de teoria y didactica de las ciencias sociales*, 209-222.

Bragado, J. (2019). Iteración. Fractales. Dimensión. *Redalyc*, 23, 30. Obtenido de I.E.S.

Historiador Chabás :

<http://www.juanbragado.es/ficheros/ESO/Apuntes%20tercero%20ESO/Iteracion%20tercero.pdf>

Braña, J. (2003). Resumen del curso de “Introducción a la Geometría Fractal. *Scielo*(12), 50.

Obtenido de

[http://matema.ujaen.es/jnavas/web\\_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf](http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf/CursoGeometriaFractal.pdf)

Casas, J., & Repullo, J. (2002). El cuestionario como técnica de investigación. *Aten Primaria*,

31(8), 527-538. Recuperado el 13 de 05 de 2019, de

<http://www.unidaddocentemfyclaspalmas.org.es/resources/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>

Chevallard, Y. (1998). *La transposicion didactica. del saber sabio al saber enseñado* (Tercera ed.). Obtenido de

[https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Chevallard\\_Unidad\\_3.pdf](https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf)

Conceptos. (2015). *¿Qué es las Matematicas?* Obtenido de Conceptos de matematicas:

<https://concepto.de/matematicas/>

Congreso de Colombia. (1994). Ley 115. *Por la cual se expide la ley general de educación.*

Bogotá, Colombia: Secretaria del senado. Recuperado el 13 de 07 de 2019, de

[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

Congreso de Colombia. (2006). Ley 1098. *por la cual se expide el Código de la Infancia y la adolescencia.* Bogota, Colombia: Secretaria del senado. Obtenido de

[https://www.oas.org/dil/esp/Codigo\\_de\\_la\\_Infancia\\_y\\_la\\_Adolescencia\\_Colombia.pdf](https://www.oas.org/dil/esp/Codigo_de_la_Infancia_y_la_Adolescencia_Colombia.pdf)

f

Congreso de Colombia. (2015). Decreto 1075. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación*. Bogotá. Obtenido de <http://www.suin-juricol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019930>

Corte Constitucional de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. (C. Constitucional, Ed.) Obtenido de Actualizada con los Actos Legislativos a 2015: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>

De Zubiria, J. (2013). *Cómo diseñar un currículo por competencias* (Primera ed.). Bogotá: Magisterio.

Díaz-Barriga, A. (2012). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. (U. A. Mexico, Ed.) Obtenido de *Guía-secuencias-didacticas\_Angel Díaz.pdf*: [http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluacion/Factores%20de%20Evaluacion/Practica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas\\_Angel%20D%C3%ADaz.pdf](http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluacion/Factores%20de%20Evaluacion/Practica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf)

Educación Y Aprendizaje. (2018). *Modelos de aprendizaje. Tipos y características*. Obtenido de Aprendizaje: <https://www.aprendizaje.wiki/modelos-de-aprendizaje.htm>

Estilos de aprendizaje . (2020). *Modelos de Aprendizaje* . Obtenido de Estilos de aprendizaje : <https://estilosdeaprendizaje.org/modelos-de-aprendizaje/>

Fuentes, M. (2018). Complejidad, emergencia y cambio teórico. 160. Obtenido de <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1562/te.1562.pdf>

Garro, R. (2019). *La programación curricular*. Lima. Obtenido de

<https://docplayer.es/177937998-Universidad-nacional-de-educacion-enrique-guzman-y-valle-alma-mater-del-magisterio-nacional.html>

Gershenson, C. (2019). Pensamiento Sistémico. *Video* . Mexico . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=7PQUdYpBmrY>

Gómez, A. (2018). La educación matemática en Colombia: origen, avance y despegue. *Dialnet*, 16, 123-132. Obtenido de <https://bolivia.vlex.com/vid/educacion-matematica-colombia-origen-779171177>

Gonzales, J. (2009). La Teoria dela Complejidad. *Redalyc*, 76(157), 243-245. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49611942024.pdf>

Guba, E., & Lincoln, Y. (1998). *Paradigma de la investigacion cualitativa* . Obtenido de [http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/egt/Cursos/MetodoLicIII/7\\_Guba\\_Lincoln\\_Paradigmas.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/egt/Cursos/MetodoLicIII/7_Guba_Lincoln_Paradigmas.pdf)

Hernández, P. (2012). ¿Por qué es importante establecer una rúbrica de evaluación? *Scielo*, 36(1), 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44023984004.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Sexta ed.). Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Investigacion y ciencia. (2014). *¿Qué es el fractal de Mandelbrot?* Obtenido de <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/qu-es-el-fractal-de-mandelbrot-9533>

Lenoir. (2013). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. *INTERdisciplina*(1), 51-86. Obtenido de

<http://conexiones.dgire.unam.mx/wp-content/uploads/2017/09/b-Interdisciplinariedad-en-educacio%CC%81n.-Especificaciones..pdf>

López, I. (2019). *El papel de la interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de la matemática*. Obtenido de Formacion IB: <http://formacionib.org/noticias/?El-papel-de-la-interdisciplinariedad-en-la-ensenanza-aprendizaje-de-la-697>

Maldonado, C. (2015). Pensar la complejidad, pensar como síntesis. *Revista de Epistemología*. Obtenido de <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/54/maldonado.html>

Maldonado, C., & Gomez, N. (2010). *El mundo de las ciencias de la complejidad* (Primera ed.). Bogotá. Obtenido de <https://www.urosario.edu.co/Administracion/ur/Investigacion/Centro-de-Estudios-Empresariales-para-la-Perdurabi/LMyS/Documentos/El-Mundo-de-las-Ciencias-de-la-Complejidad.pdf>

Mallart, J. (sf). Didáctica: concepto, objeto y finalidad. *Capítulo 1*. Madrid. Obtenido de <http://www.xtec.cat/~tperulle/act0696/notesUned/tema1.pdf>

Mandelbrot, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Madrid: Tusquets editores. Obtenido de <https://ia802704.us.archive.org/4/items/pdfy-1AHD8SOkMGrTE8g6/138416567-Mandelbrot-Benoit-La-Geometria-Fractal-de-La-Naturaleza.pdf>

Mandelbrot, B. (2006). *Los objetos fractales. Forma, azar y dimensión* (Segunda ed.). Tusquet Editores. Obtenido de [https://kupdf.net/download/los-objetos-fractales-benoit-mandelbrotpdf\\_59e665f508bbc5cf5de654bf\\_pdf](https://kupdf.net/download/los-objetos-fractales-benoit-mandelbrotpdf_59e665f508bbc5cf5de654bf_pdf)

Mansilla, J., & Beltran, J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas. *Scielo*, 35(139),

- 25-39. Obtenido de  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982013000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982013000100003)
- Melo, M. (2019). *Didáctica del arte y la expresión*. Bogotá: Fundación Universitaria los Libertadores. Obtenido de [https://repository.libertadores.edu.co/reproductor-ova/data/11371\\_3140/pdf/unidad-1-se-justifica-la-ensenanza-en-el-arte.pdf](https://repository.libertadores.edu.co/reproductor-ova/data/11371_3140/pdf/unidad-1-se-justifica-la-ensenanza-en-el-arte.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Formación Docente para la Calidad Educativa*. Obtenido de Educación para Todos : [https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-48472.html?\\_noredirect=1](https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-48472.html?_noredirect=1)
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares*. Bogotá. Obtenido de [https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-339975\\_recurso\\_10.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_10.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas* (Primera ed.). Bogotá. Obtenido de [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Informe de Gestión 2010 - 2014*. Bogotá: Ministerio de Educación. Obtenido de [http://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/archivos/MinEducacion,%20Informe%20de%20gestion\\_2010-2014.pdf](http://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/archivos/MinEducacion,%20Informe%20de%20gestion_2010-2014.pdf)
- Monereo. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje* (Sexta ed.). Barcelona, España: Grao.
- Montesdeoca, P. (2005). Longitud y Área de Curvas Fractales. *Redalyc*, 18. Obtenido de <https://www.personales.ulpgc.es/angelplaza.dma/ficheros/resolver/ficheros/fractales.pdf>

- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo* (Tercera ed.). Gedisa. Obtenido de [http://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin\\_Introduccion\\_a\\_l\\_pensamiento\\_complejo.pdf](http://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin_Introduccion_a_l_pensamiento_complejo.pdf)
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* (Primera ed.). Francia: UNESCO. Obtenido de <http://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSieteSaberesNecesariosParaLaEducaElFuturo.pdf>
- Morin, E. (2010). Complejidad restringida, complejidad general. *Redalyc*, 8(93), 25-51. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/909/90924279016.pdf>
- Obando, O. (2006). La Investigación Acción Participativa (IAP). *Scielo*, 7(4), 23-47.
- Olives, J. (2020). *¿ Qué es geometría?* Obtenido de [https://tomi.digital/es/162709/cuanto-sabes-de-areas-y-perimetros?utm\\_source=google&utm\\_medium=seo](https://tomi.digital/es/162709/cuanto-sabes-de-areas-y-perimetros?utm_source=google&utm_medium=seo)
- Osorio, N. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad . *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 20(1), 269-291. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/909/90924279016.pdf>
- Pabón , H., Rodríguez, V., & Vega , C. (01 de 2017). *Estrategias didácticas para favorecer la interdisciplinariedad escolar de lenguaje y matemáticas en educación media de la institución educativa Braulio González de el yopa*. Recuperado el 01 de 10 de 2019, de Repositorio de la Salle: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18691/MY151241\\_2017.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18691/MY151241_2017.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Peiró, R. (2019). *Proceso de aprendizaje*. Obtenido de Economipedia:

<https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-aprendizaje.html#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%3A%20Es%20el,actuaci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20acorde%20tal%20vez.>

Prieto, G. (2017). Didácticas de las Ciencias naturales. *Rastros y Rostros del Saber*, 41-51. Obtenido de

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:fqj1r9wsFZ4J:https://revistas.uptc.edu.co/index.php/rastrosyrostros/article/download/9264/7703/28222+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

Reyes, M. (2018). *El triángulo de Sierpinski*. Obtenido de Teoría del algoritmo: <https://www.estalmat.org/archivos/fractales.pdf>

Rodriguez, J. (2017). *Conjunto de cantor*. Obtenido de Documents: <https://vdocuments.pub/conjunto-de-cantor-1.html>

Rodriguez, L., & Aguirre, J. (2011). Teoría de la complejidad y Ciencias Sociales. *Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*(30), 1-20. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/NOMA/article/view/36562/35396>

Sierra, L., & Trujillo, A. (2006). *Acercamiento al concepto de dimensión*. Bogotá. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10428/TE-06704.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tobon, s. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias* (Primera ed.). Mexico: Pearson. Obtenido de <http://files.ctezona141.webnode.mx/200000004-8ed038fca3/secuencias-didacticastobon-120521222400-phpapp02.pdf>

Zamora, S. (2019). Estado del arte del aprendizaje de geometría fractal en educación básica en

Colombia. Una exploración desde el constructivismo configuracional. . *Tesis* , 146.

Bogotá.

Obtenido

de

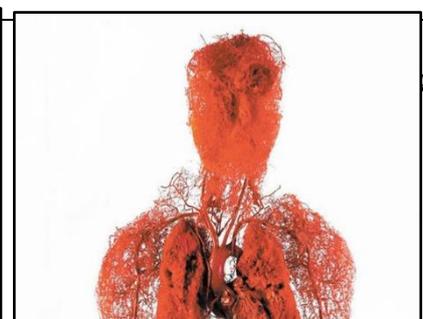
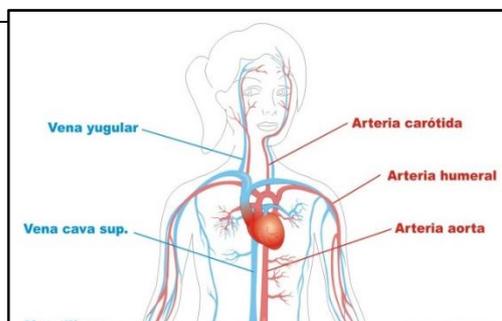
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32071/ZamoraCristanchoSammyHamir2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **11 Anexos**

Anexo A. secuencia didáctica



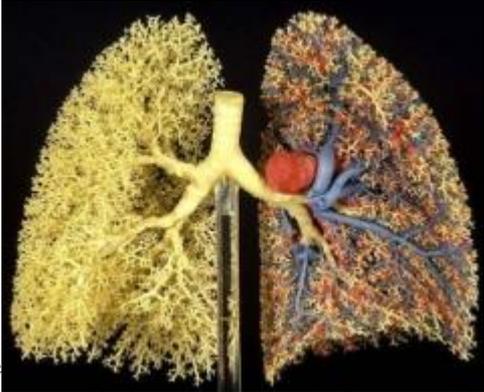
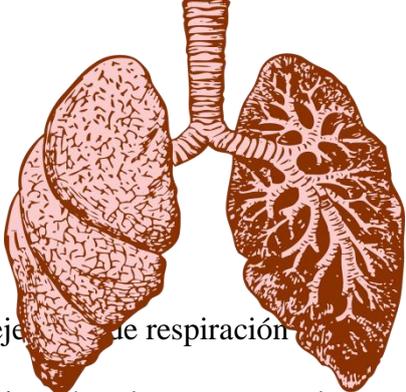
Actividad	1
Área de desarrollo	Educación física
Grado	Séptimo
Tiempo	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Objetivo	Presentar de manera intuitiva los fractales mediante el sistema circulatorio.
Desarrollo de la actividad	<p style="text-align: center;"><b>SISTEMA CIRCULATORIO</b></p> <p>➤ <b>Apertura:</b></p> <p>Iniciamos poniendo nuestros dedos en las venas del cuello para sentir las palpitations de nuestro corazón en estado de reposo y tomando nota de la cantidad de palpitations por minuto.</p> <p>Continuamos dando dos vueltas por el polideportivo del colegio corriendo y volviendo a sentir las palpitations de nuestro cuerpo y tomar nota de la cantidad de palpitations por minuto.</p> <p>Se realiza una lluvia de ideas con respecto al cambio en la cantidad de palpitations.</p> <p>➤ <b>Desarrollo</b></p> <p>Posteriormente miraremos el siguiente video</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=S3jJ68dBxw">https://www.youtube.com/watch?v=S3jJ68dBxw</a></p> 

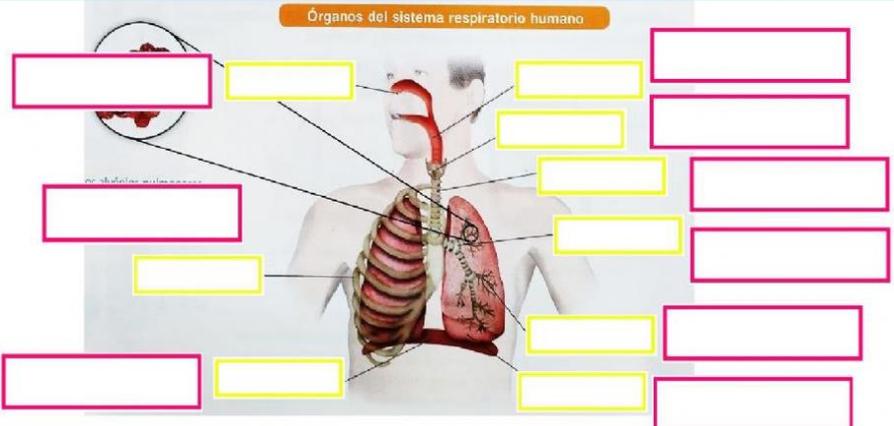




	<p>Resolveremos las siguientes preguntas</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Cuál es la función del sistema circulatorio?</li><li>2. ¿Qué podemos hacer para cuidar el sistema circulatorio?</li><li>3. ¿Qué es el corazón?</li><li>4. ¿Qué función tienen los glóbulos rojos?</li><li>5. ¿Qué función tienen los glóbulos blancos?</li><li>6. ¿Qué función tienen las plaquetas?</li><li>7. ¿Qué son las arterias?</li><li>8. ¿Qué son las venas?</li></ol>
Recursos	<p>Polideportivo</p> <p>Link : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=S3jJj68dBxw">https://www.youtube.com/watch?v=S3jJj68dBxw</a></p> <p>Taller del sistema circulatorio</p>
Evaluación	<p>La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad en la participación de los ejercicios y desarrollo del taller del sistema circulatorio.</p>

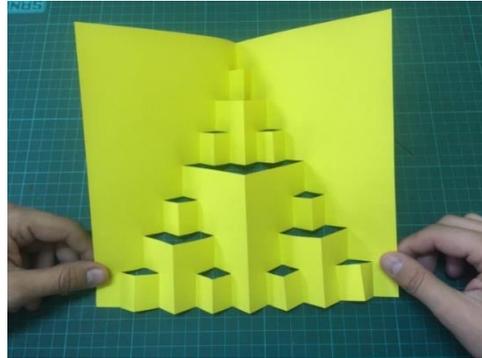
Actividad	2
Área de desarrollo	Educación física
Grado	Séptimo

<p>Tiempo</p>	<p>Dos sesiones de 60 minutos cada una.</p>
<p>Objetivo</p>	<p>Presentar de manera intuitiva los fractales mediante el sistema respiratorio.</p>
<p>Desarrollo de la actividad</p>	<p style="text-align: center;"><b>SISTEMA RESPIRATORIO</b></p> <p>➤ <b>Apertura:</b></p> <p style="text-align: center;">Árbol bronquial</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>e</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cada estudiante se sienta en el piso cómodamente y con buena postura.</li> <li>● Cada estudiante debe poner sus manos en el abdomen para seguir el movimiento de su respiración, notando cómo el abdomen sube y baja.</li> <li>● Se solicita que inhalen por la nariz y exhalen por la boca de manera serena.</li> <li>● Se solicita que se relajen con el sonido de la respiración larga y profunda.</li> <li>● A continuación, se solicita, inhalar durante 2 seg, sostener la respiración durante otros 2 seg y exhalar durante otros 2. Se realiza el ejercicio durante unos 5 minutos donde los estudiantes.</li> </ul> <p>Posterior al anterior ejercicio, se presentan los siguientes videos.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=zT-tb29oZU">https://www.youtube.com/watch?v=zT-tb29oZU</a></p> <div style="text-align: center;">   </div>

	<p>Por último, cada estudiante debe solucionar el siguiente taller:</p> <p style="text-align: center;"><b>TALLER</b></p> <p>Nombre: _____</p> <p>Responde las siguientes preguntas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es la respiración?</li> <li>2. ¿Qué es el oxígeno?</li> <li>3. ¿Qué es el dióxido de carbono?</li> <li>4. ¿Por dónde circula el aire que respiramos?</li> <li>5. ¿Qué son los pulmones?</li> <li>6. ¿Qué es el diafragma?</li> </ol> <div data-bbox="472 891 1391 1485" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>EL SISTEMA RESPIRATORIO</b></p> <p>En los cuadros amarillos indica el nombre del órgano y en los cuadros rosas agrega una descripción del órgano o explica su función.</p>  <p style="text-align: center; font-size: small;">Órganos del sistema respiratorio humano</p> </div> <p>Taller del sistema respiratorio</p>
<p style="text-align: center;">Recursos</p>	
<p style="text-align: center;">Evaluación</p>	<p>La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad en la participación de los ejercicios de respiración, el desarrollo de los videos y el desarrollo del taller del sistema respiratorio.</p>

Actividad	3
Área de desarrollo	Artística
Grado	Séptimo
Tiempo	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Objetivo	Identificar elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas.
Desarrollo de la actividad	<p>➤ <b>Apertura:</b></p> <p>La actividad se inicia con la explicación del trabajo a realizar, por medio de un video motivador que contiene información acerca del arte fractal.</p> <p>Este es el link del video</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=sCj11jRXHoA">https://www.youtube.com/watch?v=sCj11jRXHoA</a></p> <div data-bbox="475 1093 1394 1617" data-label="Image"> </div> <p>➤ <b>Desarrollo:</b></p> <p>Posteriormente, los estudiantes del grado séptimo con ayuda de la docente analizan el paso a paso para realizar con mucha creatividad la tarjeta de Sierpinski.</p> <p><b>1. CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE SIERPINSKI</b></p> <p>Conocimientos que se espera el estudiante adquiera.</p>

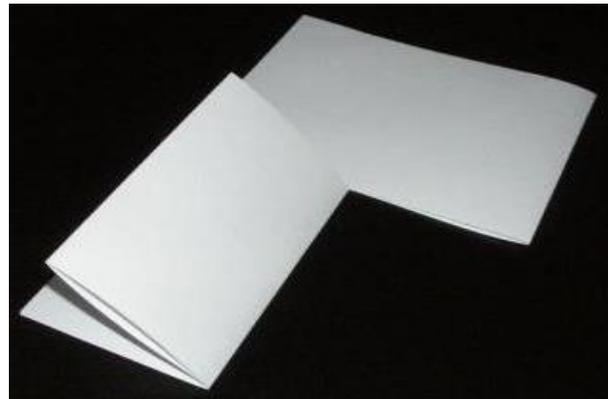
- Punto medio de un segmento.
- Concepto y cálculo de longitudes.
- Concepto de proporcionalidad.
- Concepto y representación de fracciones.



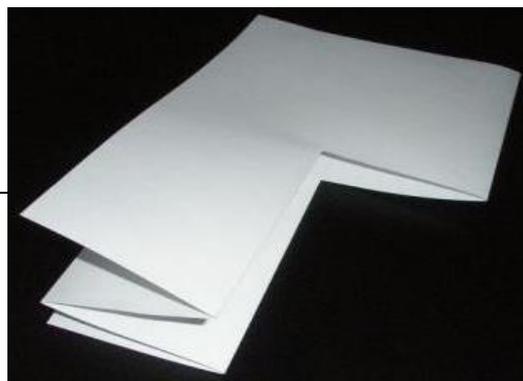
**Primer paso:** Tomar una hoja tamaño carta y doblarla por la mitad, se traza



**Segundo paso:** se dobla una de las mitades para marcar el doblez

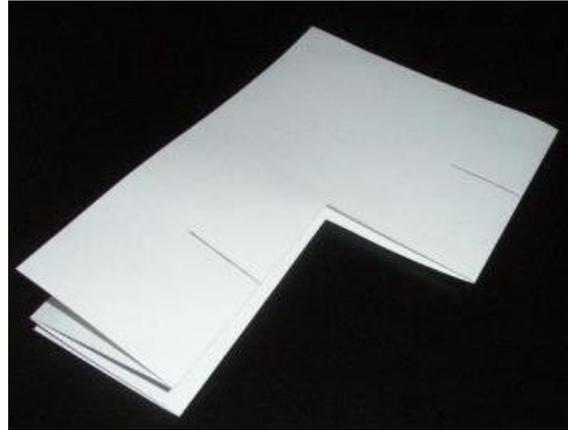


**Tercer paso:** y una vez marcado, lo metemos hacia dentro, como se ve en la figura, quedándonos una especie de escalera de dos peldaños.

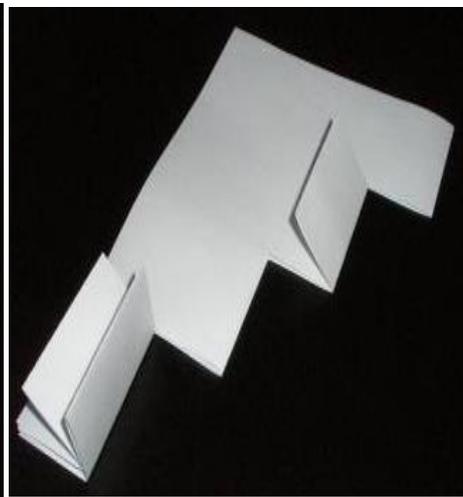
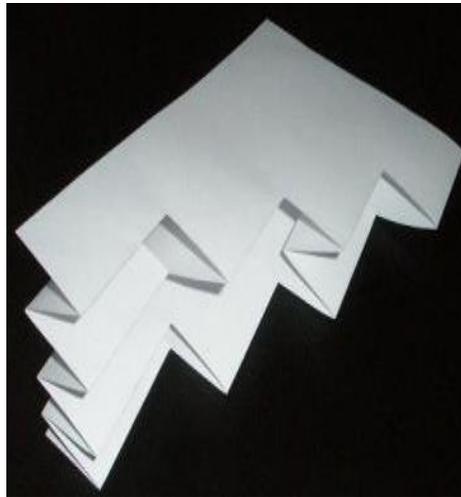




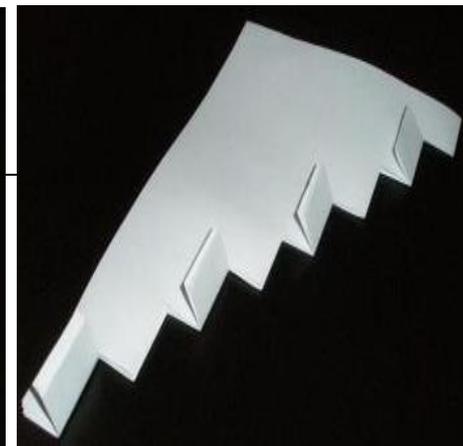
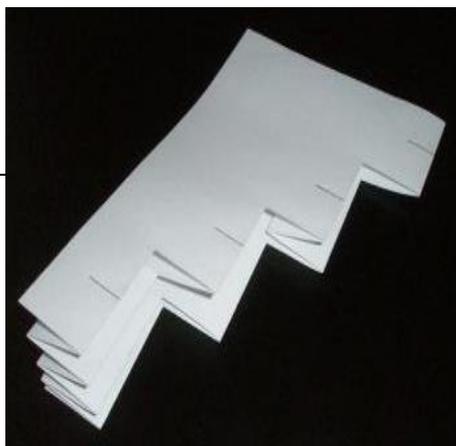
- **Cuarto paso:** En cada uno de los peldaños, repetimos la operación: corte al medio

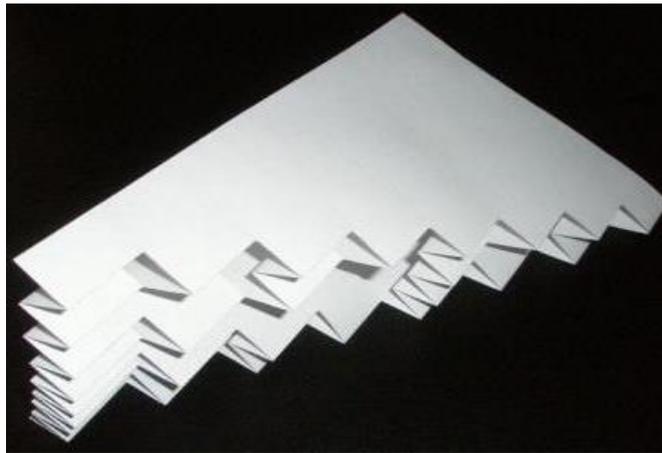


- **Quinto paso:** marcar los dobleces y meterlos hacia dentro



- **Sexto paso:** Y ahora lo mismo con cada uno de los 4 peldaños. Corte al medio y marcar los dobleces y meterlos hacia adentro

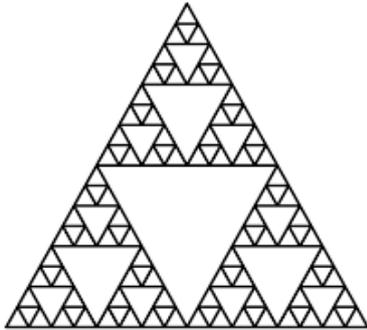




Y ya tienes tu tarjeta del triángulo de Sierpinski para poner en cualquier rincón.



Recursos	Salón de clase Papel y tijeras Link video 1: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=sCj1lRXHoA">https://www.youtube.com/watch?v=sCj1lRXHoA</a>
Evaluación	La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad del desarrollo de los videos y la elaboración de la Tarjeta De Sierpinski.

Actividad	4
Área de desarrollo	Artística
Grado	Séptimo
Tiempo	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Objetivo	Identificar elementos de la geometría fractal a partir de actividades artísticas.
Desarrollo de la actividad	<p><b>MURAL DE FRACTALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar un mural del triángulo de Sierpinski o de otro fractal.</li> <li>● Este mural lo van a hacer de la manera que ellos deseen; es decir con pinturas o material reciclable.</li> <li>● Los siguientes son algunos ejemplos de fractales.</li> </ul>  

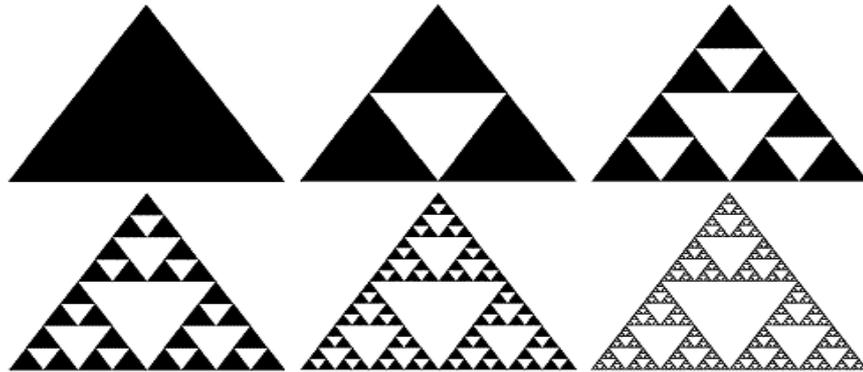
Recursos	Salón de clase Papel y tijeras Pintura Material reciclable
Evaluación	La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad observando la creatividad y técnica para la elaboración de murales de fractales.

Actividad	5
Área de desarrollo	Matemáticas
Grado	Séptimo
Tiempo	Dos sesiones de 60 minutos cada una.

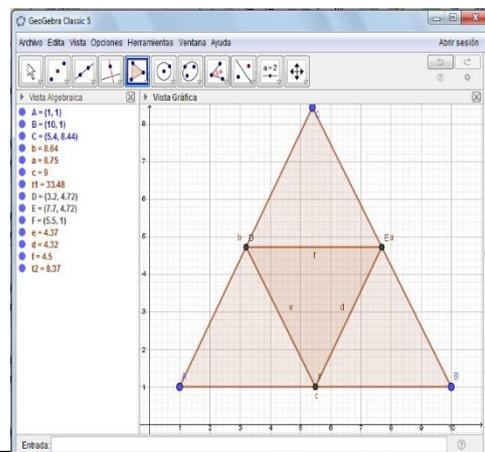
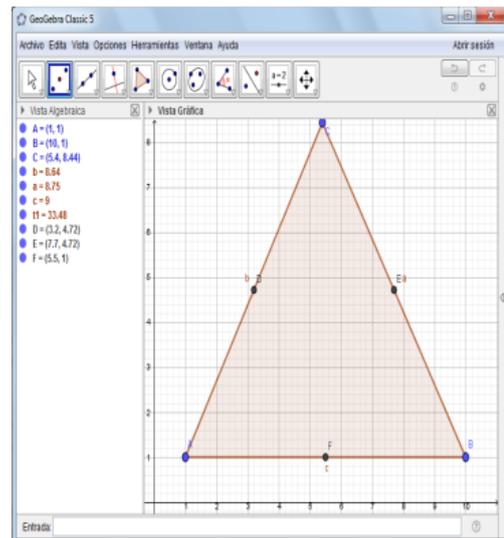
<p>Objetivo</p>	<p>Implementar la herramienta de GeoGebra para elaborar fractales, haciendo reconocimiento de conceptos matemáticos, estadísticos y geométricos.</p>
<p>Desarrollo de la actividad</p>	<p>Los estudiantes del grado séptimo de las instituciones educativas Cansarrocines y San Miguel del municipio de la Plata, Huila, mediante el uso de herramientas tecnológicas como computadores, Tablet o en su defecto celulares; en los cuales estará descargada la aplicación de Geogebra, crearán diversos fractales, iniciando con el triángulo de Sierpinski.</p> <p>Se les brindará el paso a paso para su elaboración y posteriormente se espera que el estudiante tenga los conocimientos suficientes para crear nuevos fractales en esta aplicación.</p> <p><b>Conocimientos requeridos por el estudiante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Figuras geométricas planas.</li> <li>● Conocimientos básicos de informática. (Encender un equipo de cómputo, Tablet o celular, abrir aplicaciones, uso del mouse, entre otros)</li> </ul> <p><b>Conocimientos que se espera el estudiante adquiera.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Punto medio de un segmento.</li> <li>● Concepto y cálculo de longitudes.</li> <li>● Concepto y cálculo de perímetros.</li> <li>● Concepto y cálculo de áreas.</li> <li>● Concepto de proporcionalidad.</li> <li>● Concepto y operaciones con fracciones.</li> <li>● Conceptos elementales de probabilidad.</li> </ul>

- Utilización de la aplicación GeoGebra para la creación de fractales identificando en estos los conceptos anteriormente mencionados.

### ETAPAS DEL TRIÁNGULO DE SIERPINSKI.

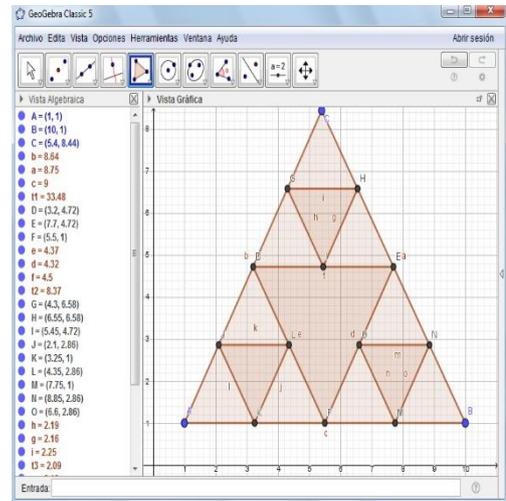


**Primer paso:** Se inicia realizando un triángulo y ubicando el punto medio en cada uno de sus lados en la aplicación de Geogebra

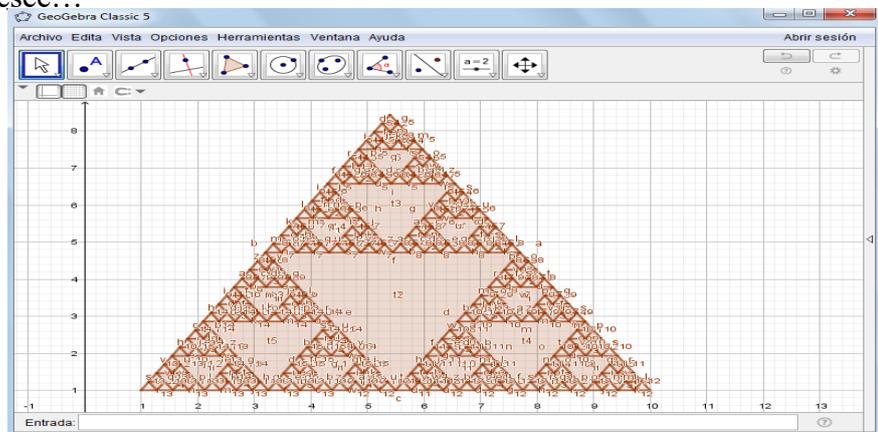


**Segundo paso:** Se realiza un nuevo triángulo usando como vértices los puntos medios del anterior y se ubican nuevamente los puntos medios de los triángulos obtenidos

**Tercer paso:** nuevamente se realizan triángulos haciendo uso de los puntos medios de la siguiente manera



**Cuarto paso:** se continúa de la misma manera cuantas veces se desee...



<p>Recursos</p>	<p>Sala de informática</p> <p>Computadores</p> <p>Tablet</p>
<p>Evaluación</p>	<p>La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad observando la creatividad y técnica para la elaboración</p>

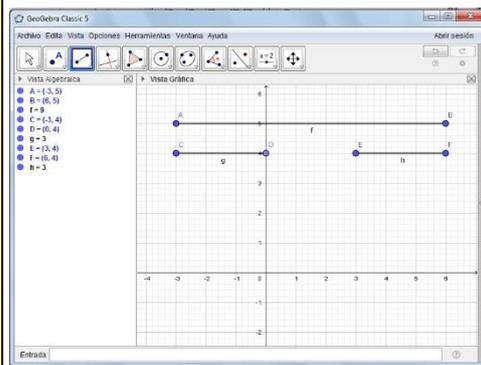
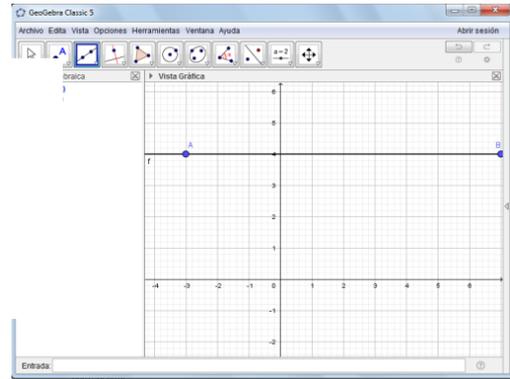


	del triángulo de Sierpinski en GeoGebra
--	---

Actividad	6
Área de desarrollo	Matemáticas
Grado	Séptimo
Tiempo	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Objetivo	Implementar la herramienta de Geogebra para elaborar fractales, haciendo reconocimiento de conceptos matemáticos, estadísticos y geométricos.
Desarrollo de la actividad	<p>Construcción del conjunto de Cantor</p> <p><b>Conocimientos requeridos por el estudiante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Figuras planas.</li> <li>• Conocimientos básicos de informática. (Encender un equipo de cómputo, Tablet o celular, abrir aplicaciones, uso del mouse, entre otros)</li> </ul> <p><b>Conocimientos que se espera el estudiante adquiera.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto medio de un segmento.</li> <li>• Concepto y cálculo de longitudes.</li> <li>• Concepto de proporcionalidad.</li> <li>• Concepto y operaciones con fracciones.</li> <li>• Conceptos elementales de probabilidad.</li> <li>• Utilización de la aplicación GeoGebra para la creación de fractales identificando en estos los conceptos anteriormente mencionados.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Etapas del conjunto de cantor</b></p>

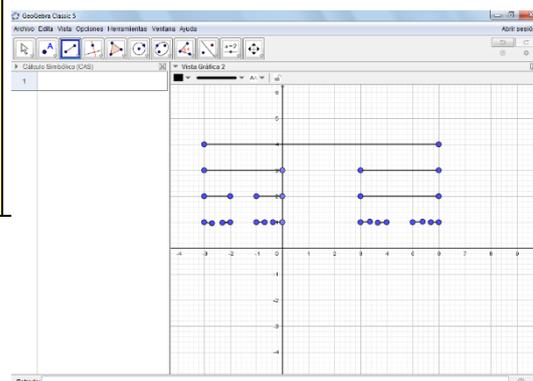
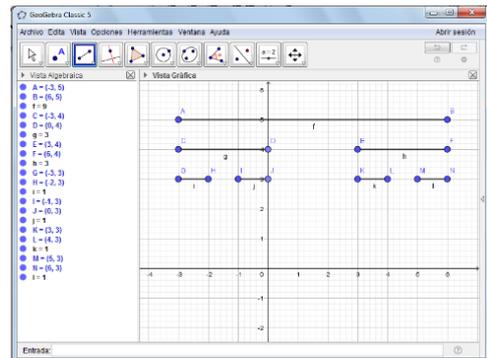


**Primer paso:** Se inicia realizando un segmento, ubicando dos puntos en el plano de Geogebra.



**Segundo paso:** Dividir el segmento anterior en tres partes iguales y no tener en cuenta el del centro.

**Tercer paso:** a cada uno de los nuevos segmentos divídelos en tres partes iguales y no tener en cuenta la parte central.

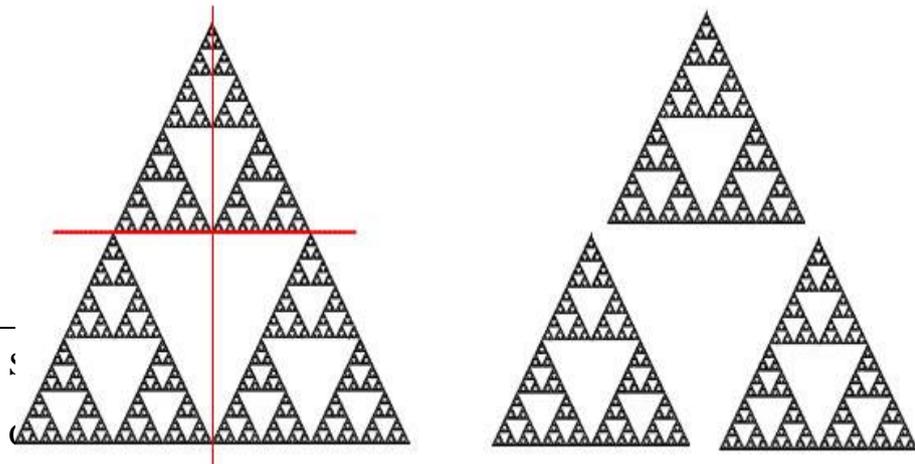


**Cuarto paso:** Repetir en cada uno de los nuevos segmentos el tercer paso.

**Quinto paso:** se continúa con el mismo procedimiento indefinidamente.

- **Cierre:** Al finalizar esta secuencia didáctica los estudiantes, comprenderán el concepto de autosimilitud Punto medio de un segmento, concepto y cálculo de longitudes, concepto y cálculo de perímetros, concepto y cálculo de áreas, concepto de proporcionalidad, concepto y operaciones con fracciones, conceptos elementales de probabilidad y la utilización de la aplicación GeoGebra para la creación de fractales identificando en estos los conceptos anteriormente mencionados, a partir de las actividades anteriormente realizadas.

### Autosimilaridad



Recursos

Tablet

Evaluación

La evaluación es formativa, es decir, se realizará durante el desarrollo de la actividad observando la creatividad y técnica para la elaboración del conjunto de cantor en GeoGebra

### Anexo B. Cronograma

	2020				2021				
	Mar zo/ abril	May o/ Junio	Agost o/ Sept.	Oct/ Nov.	M arz o/ ab ril	Mayo/ Junio	Agost o/ Sept.	Oct /N ov.	D ic .
Elección tema									
Introducción									
Justificación									
Planteamiento del problema									
Antecedentes y justificación									
Fundamentos teóricos									
Objetivos de la investigación									
Metodología									
Diseño de secuencias didácticas									
Resultados y análisis									
Sustentación del									

proyecto										
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo C. Encuesta inicial a estudiantes

<b>Encuesta Inicial A Estudiantes</b>		
<p><b>Objetivo:</b> Identificar las preferencias de los estudiantes del grado séptimo de las instituciones educativas San Miguel y Cansarrocines del municipio de la Plata Huila, con respecto a las áreas de matemáticas, educación física y educación física.</p>		
1. Género	Masculino ( )	Femenino ( )
2. Curso	7A ( )	7B ( )
<p><b>3. Indique su nivel de agrado con respecta al área de matemáticas del 1 al 5, siendo 1 No me agrada y 5 Me agrada mucho.</b></p> <p>1. No me agrada mucho</p> <p>2. Poco me agrada</p> <p>3. Medianamente me agrada</p> <p>4. Me agrada</p> <p>5. Me agrada mucho</p>		
<p><b>4. Indique su nivel de agrado con respecta al área de educación artística, del 1 al 5, siendo 1 No me agrada y 5 Me agrada mucho.</b></p> <p>1. No me agrada mucho</p> <p>2. Poco me agrada</p>		



3. Medianamente me agrada

4. Me agrada

5. Me agrada mucho

**5. Indique su nivel de agrado con respecta al área de educación física, del 1 al 5, siendo 1 No me agrada y 5 Me agrada mucho.**

1. No me agrada mucho

2. Poco me agrada

3. Medianamente me agrada

4. Me agrada

5. Me agrada mucho

**6. ¿Qué tanto le gustaría desarrollar conceptos matemáticos, desde el área de educación física y artística?**

1. Siempre

2. Casi Siempre

3. A veces

4. Nunca

**7. ¿Qué recomendación o sugerencia temática hace usted para mejorar en la clase de matemáticas?**

● Collage ( )

● Competencias deportivas ( )

● Murales ( )

● Aplicaciones tecnológicas ( )

Otra: \_\_\_\_\_

8. Observación personal

Responsables:

Maestranter: Claudia Gimena Rivera Rivera y Lissa María Silva Perdomo.

Anexo D. Encuesta a docentes

**Encuesta Inicial A Docentes**

Objetivo: Conocer la aceptación en cuanto a trabajar de manera articulada las matemáticas, la educación artística y la educación física.

1. Nombre:

2. Edad: \_\_\_\_\_

3. Área de desempeño: \_\_\_\_\_

4. Formación académica: \_\_\_\_\_

5. ¿Considera que el currículo se puede desarrollar de manera articulada con otras áreas del conocimiento?

Estoy totalmente en desacuerdo

Estoy parcialmente en desacuerdo

Ni en desacuerdo, ni en acuerdo

Estoy parcialmente de acuerdo

Estoy totalmente de acuerdo

6. ¿Con respecto al campo de la interdisciplinariedad, está interesado (a) en implementar estrategias que involucren las matemáticas, la artística y la educación física?



- Estoy totalmente desinteresado (a)
- Estoy parcialmente en desinteresado (a)
- Estoy un poco interesado (a)
- Estoy interesado (a)
- Estoy totalmente interesado (a)

7. ¿Qué estrategias se podrían implementar?

- Collage
- Competencias deportivas
- Murales
- Aplicaciones tecnológicas
- Otra \_\_\_\_\_

8. ¿Está interesado en conocer conceptos de la geometría fractal, que se pueden desarrollar desde su área?

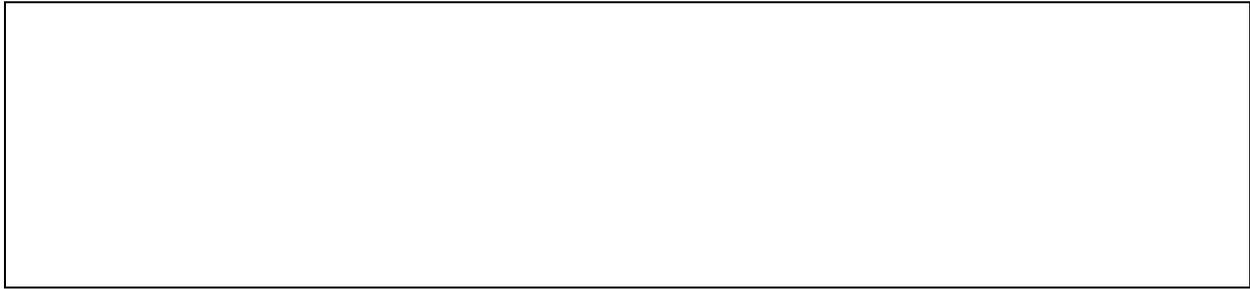
- Estoy totalmente desinteresado (a)
- Estoy parcialmente en desinteresado (a)
- Estoy un poco interesado (a)
- Estoy interesado (a)
- Estoy totalmente interesado (a)

Responsables:

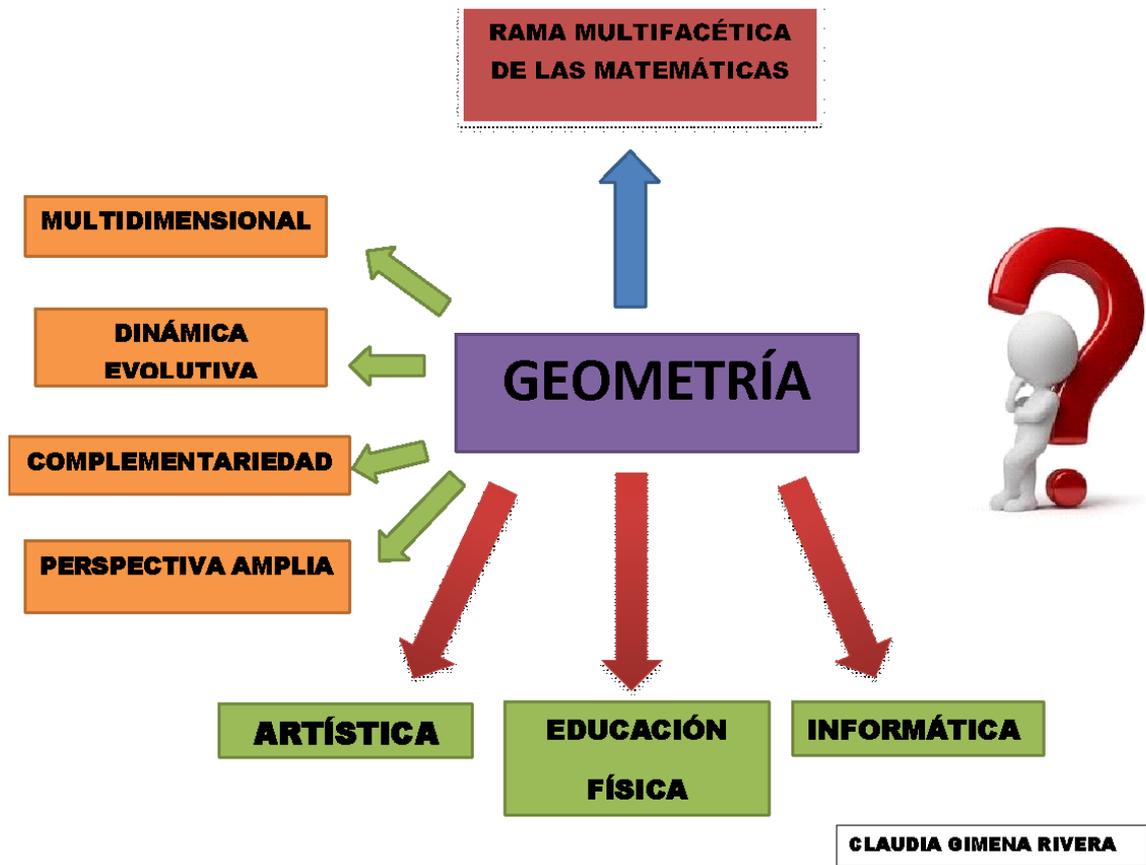
Maestranter

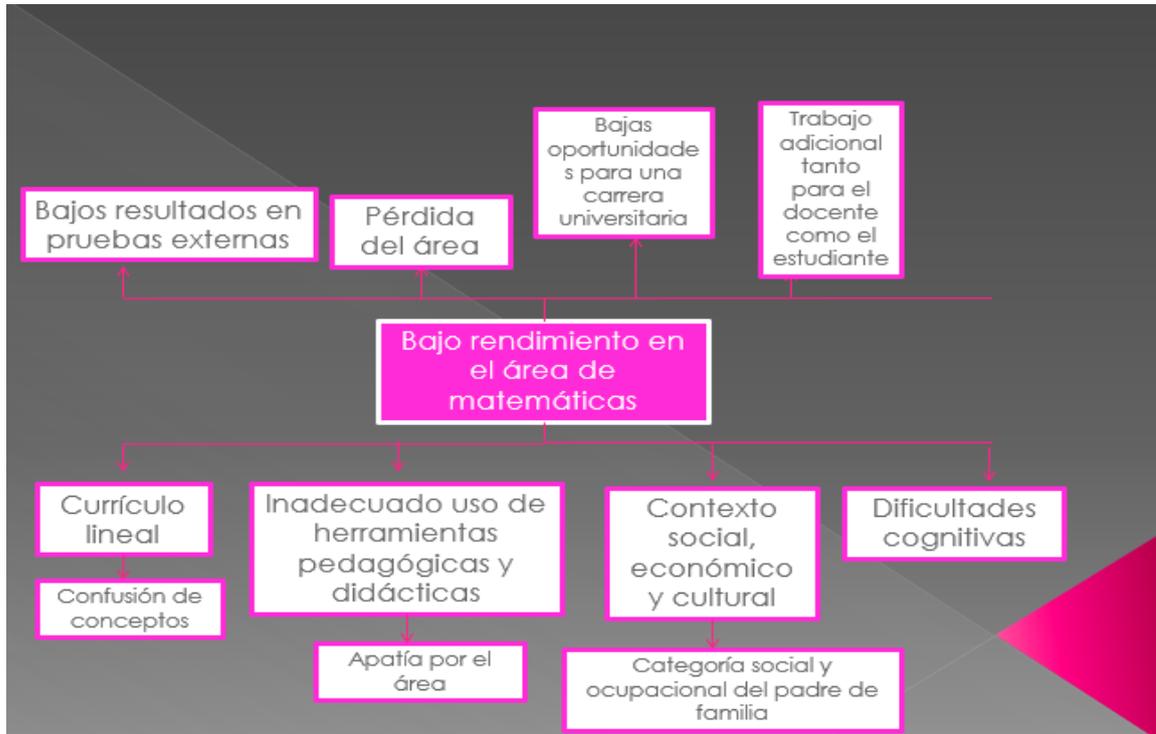
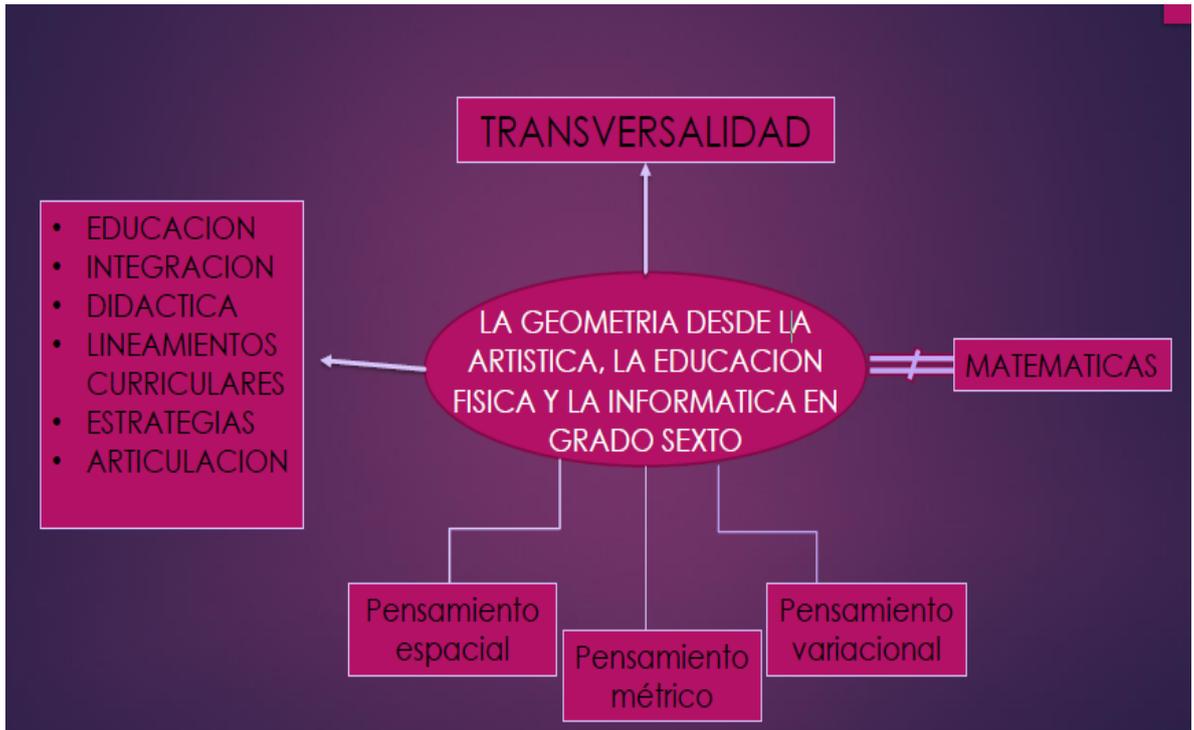
Claudia Gimena Rivera Rivera

Lissa María Silva Perdomo



Anexo E. Mentefacto





Anexo F. Rubrica de evaluación

<b>Rúbrica de evaluación</b>						
<b>Nombre de la actividad</b>						
<b>Nombre del estudiante</b>						
<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>SUPERIOR</b>	<b>4.5 – 5.0</b>	<b>BÁSICO</b>	<b>3.0 - 4.4</b>	<b>BAJO</b>	<b>1.0 - 2.9</b>
<b>Participación en clase</b>	Participa activamente en el desarrollo de las actividades planteadas para conocer los fractales a partir de la educación artística y la educación física		Participa ocasionalmente en el desarrollo de las actividades planteadas para conocer los fractales a partir de la educación artística y la educación física.		No participa activamente en el desarrollo de las actividades planteadas para conocer los fractales a partir de la educación artística y la educación física	*



<b>Indicador cognoscitivo</b>	Identifica de manera correcta la construcción de un fractal desde la elaboración de las actividades planteadas		Ocasionalmente, identifica la construcción de un fractal desde la elaboración de las actividades planteadas		No identifica la construcción de un fractal desde la elaboración de las actividades planteadas	
<b>Indicador conceptual</b>	Conoce los conceptos necesarios para la creación de fractales		Conoce algunos conceptos necesarios para la creación de fractales		No conoce los conceptos necesarios para la creación de fractales	
Subtotal por escala de evaluación						
Evaluación final del ejercicio				Fecha de la Evaluación		
Nombre y firma del Evaluador						
Observaciones						



Anexo G. Escala evaluativa

<b>Escala</b>	<b>Nivel de desempeño (Decreto 1290 de 2009)</b>
<b>4.6 a 5.0</b>	<i>Superior</i>
<b>4.0 a 4.5</b>	<i>Alto</i>
<b>3.0 a 3.9</b>	<i>Básico</i>
<b>0.0 a 2.9</b>	<i>Bajo</i>

Anexo H. Evidencias fotográficas San Miguel y cansarrocines









**TALLER SISTEMA CIRCULATORIO**  
 NOMBRE Diego Iván Velez Mateo



Resolvamos las siguientes preguntas:  
 1. ¿Cuál es la función del sistema circulatorio?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 2. ¿Cuál es la función del corazón?  
 Usar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 3. ¿Cuál es la función de las arterias?  
 Llevar la sangre desde el corazón a las células.  
 4. ¿Cuál es la función de las venas?  
 Llevar la sangre desde las células al corazón.  
 5. ¿Cuál es la función de los glóbulos rojos?  
 Llevar el oxígeno a las células.  
 6. ¿Cuál es la función de los glóbulos blancos?  
 Defender al cuerpo de las infecciones.  
 7. ¿Cuál es la función de las plaquetas?  
 Ayudar a la coagulación de la sangre.  
 8. ¿Cuál es la función de los vasos sanguíneos?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.

**TALLER SISTEMA CIRCULATORIO**  
 NOMBRE Karen Diana Miquelán M.



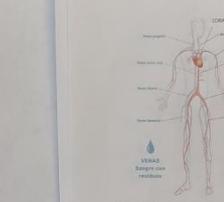
Resolvamos las siguientes preguntas:  
 1. ¿Cuál es la función del sistema circulatorio?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 2. ¿Cuál es la función del corazón?  
 Usar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 3. ¿Cuál es la función de las arterias?  
 Llevar la sangre desde el corazón a las células.  
 4. ¿Cuál es la función de las venas?  
 Llevar la sangre desde las células al corazón.  
 5. ¿Cuál es la función de los glóbulos rojos?  
 Llevar el oxígeno a las células.  
 6. ¿Cuál es la función de los glóbulos blancos?  
 Defender al cuerpo de las infecciones.  
 7. ¿Cuál es la función de las plaquetas?  
 Ayudar a la coagulación de la sangre.  
 8. ¿Cuál es la función de los vasos sanguíneos?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.

**TALLER SISTEMA CIRCULATORIO**  
 NOMBRE Miguel Javier Manjuela Gavito



Resolvamos las siguientes preguntas:  
 1. ¿Cuál es la función del sistema circulatorio?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 2. ¿Cuál es la función del corazón?  
 Usar la sangre a todas las partes del cuerpo.  
 3. ¿Cuál es la función de las arterias?  
 Llevar la sangre desde el corazón a las células.  
 4. ¿Cuál es la función de las venas?  
 Llevar la sangre desde las células al corazón.  
 5. ¿Cuál es la función de los glóbulos rojos?  
 Llevar el oxígeno a las células.  
 6. ¿Cuál es la función de los glóbulos blancos?  
 Defender al cuerpo de las infecciones.  
 7. ¿Cuál es la función de las plaquetas?  
 Ayudar a la coagulación de la sangre.  
 8. ¿Cuál es la función de los vasos sanguíneos?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.

**TALLER SISTEMA CIRCULATORIO**  
 NOMBRE Diana Tizca Calambá



Resolvamos las siguientes preguntas:  
 1. ¿Cuál es la función del sistema circulatorio?  
 Llevar la sangre a todo el sistema circulatorio.  
 2. ¿Cuál es la función del corazón?  
 Usar la sangre a todo el sistema circulatorio.  
 3. ¿Cuál es la función de las arterias?  
 Llevar la sangre desde el corazón a las células.  
 4. ¿Cuál es la función de las venas?  
 Llevar la sangre desde las células al corazón.  
 5. ¿Cuál es la función de los glóbulos rojos?  
 Llevar el oxígeno a las células.  
 6. ¿Cuál es la función de los glóbulos blancos?  
 Defender al cuerpo de las infecciones.  
 7. ¿Cuál es la función de las plaquetas?  
 Ayudar a la coagulación de la sangre.  
 8. ¿Cuál es la función de los vasos sanguíneos?  
 Llevar la sangre a todas las partes del cuerpo.



