

**FORTALECIMIENTO ETNOEDUCATIVO DE LAS MATEMÁTICAS  
ESCOLARES: LA NOCIÓN DE FRACTAL Y SU RELACIÓN  
CON LA CULTURA AFROCOLOMBIANA DE VILLA RICA**

**WILMER ORLANDO RIASCOS VALENCIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS  
POPAYÁN, CAUCA  
2014**

**FORTALECIMIENTO ETNOEDUCATIVO DE LAS MATEMÁTICAS  
ESCOLARES: LA NOCIÓN DE FRACTAL Y SU RELACIÓN CON LA CULTURA  
AFROCOLOMBIANA DE VILLA RICA**

**WILMER ORLANDO RIASCOS VALENCIA**

**Directora  
GABRIELA ARBELÁEZ ROJAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS  
POPAYÁN, CAUCA  
2014**

## Nota de Aceptación

---

---

---

---

Director \_\_\_\_\_

Mg. Gabriela Arbeláez Rojas

Jurado \_\_\_\_\_

Mg. Yeny Leonor Rosero Rosero

Jurado \_\_\_\_\_

Mg. Elizabeth Castillo

Fecha de sustentación: Popayán, 14 de Octubre de 2014

## TABLA DE CONTENIDO

1.INTRODUCCIÓN .....	4
1.1SALDO PEDAGÓGICO .....	4
2.JUSTIFICACIÓN .....	6
3.REFERENTES TEORICOS .....	8
3.1ETNOEDUCACIÓN .....	8
3.2ETNOMATEMÁTICA .....	11
3.3GEOMETRÍA FRACTAL .....	12
3.3.1Características de los Fractales.....	13
3.3.2Tipos de fractales.....	13
3.4GEOMETRÍA FRACTAL EN LAS CULTURAS AFRICANAS Y DESCENDIENTES DE ÁFRICA. ....	14
4.OBJETIVOS.....	16
4.1OBJETIVO GENERAL .....	16
4.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
5.METODOLOGÍA .....	17
6.INTRODUCCION AL CONTEXTO.....	20
7.BITACORAS .....	22
7.1PRIMER TALLER: LAS TRENZAS: LIBERTAD Y BELLEZA .....	23
7.2SEGUNDO TALLER: DE LA CULTURA A LA CIENCIA: EJEMPLOS DE FRACTALES EN LA MATEMATICA FORMAL .....	25
7.3TERCER TALLER: TAMBIEN LA CULTURA SE DESARROLLA .....	27
7.4CUARTO TALLER: PEINADORAS EN EL AULA .....	29
7.5QUINTO TALLER: FRACTALES EN LA NATURALEZA .....	31
8.CONCLUSIONES .....	35
9.BIBLIOGRAFIA .....	39

## TABLA DE IMAGENES

<a href="#">Imagen 3-1</a> .....	14
<a href="#">Imagen 3-2</a> .....	14
<a href="#">Imagen 6-1</a> .....	20
<a href="#">Imagen 6-2</a> .....	21

## TABLA DE FOTOS

<a href="#">Foto 7-1</a> .....	24
<a href="#">Foto 7-2</a> .....	24
<a href="#">Foto 7-3</a> .....	26
<a href="#">Foto 7-4</a> .....	28
<a href="#">Foto 7-5</a> .....	30
<a href="#">Foto 7-6</a> .....	31
<a href="#">Foto 7-7</a> .....	32
<a href="#">Foto 7-8</a> .....	33
<a href="#">Foto 7-9</a> .....	34
<a href="#">Foto 8-1</a> .....	38

## ANEXOS

Anexo A: VIDEO DE SISTEMATIZACIÓN

Anexo B: TALLERES IMPLEMENTADOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Distintas culturas africanas han evidenciado a través de la historia importantes avances científicos, algunos de ellos reconocidos y muchos otros no han sido considerados como tal. La justificación para esta afirmación es que no cuentan con una argumentación científica que permita clasificarlos de esta manera. Aun así, buena parte de estos desarrollos han permitido darle explicación a fenómenos de la naturaleza y han servido como catapulta o fundamentación para muchas teorías científicas y en particular para el desarrollo de las matemáticas. La UNESCO en su publicación de Prefacio de la Historia General del África, destaca el hecho:

*En África se asistió a una de las primeras revoluciones tecnológicas de la historia, la del neolítico; con Egipto, se desarrolló allí una de las civilizaciones antiguas más brillantes del mundo.<sup>1</sup>*

Recordemos que es en el África donde el hombre empieza a practicar la agricultura, la ganadería y la metalurgia, y se inicia la preocupación por la religión y el arte.

Con este trabajo pretendemos reconocer el legado ancestral de las culturas descendientes de África y resaltar en ellas conocimiento matemático contenido en las prácticas de peinados, la cual prevalece en todas las culturas afrodescendientes. Se pretende diseñar e implementar una estrategia pedagógica-etnoeducativa sobre la noción de fractal, con el objetivo de acercar a un grupo de estudiantes afrocolombianos al conocimiento matemático y lograr así introducir una teoría que no es considerada en la educación básica. Además aportar a la desmitificación de las concepciones negativas que se tienen en el común de los estudiantes frente a la dificultad que presenta el estudio de las matemáticas.

### 1.1 SALDO PEDAGOGICO

Son pocas las ofertas que se ofrecen a los estudiantes en áreas como las matemáticas en cuanto a contenidos que se desarrollen teniendo en cuenta sus características ancestrales y culturales; que le permitan al estudiante relacionar

---

<sup>1</sup> UNESCO. Historia General del África. Jeune Afrique. Paris. 1980. En: Historia del Pueblo Afrocolombiano, CEPAC, Popayán 2003. Pág. 11.

fácilmente las enseñanzas de la escuela con la realidad contextual; que permitan valorar sus características propias como pueblo y comprender los valiosos aportes hechos a la humanidad.

Por tal razón, presentamos la sistematización de cinco (5) talleres, a través, de los cuales pretendemos reconocer el legado ancestral de las culturas descendientes de África y resaltar en ellas las prácticas de peinados, que han ocupado un papel preponderante en la historia y la estética de los pueblos afros. Los talleres contribuyen a las matemáticas escolares a través de la noción de fractal en la cultura afrocolombiana del municipio de Villa Rica.

Los talleres son prácticos, sustentados en ejercicios lúdicos, llamativos para los jóvenes; además de estar basados en prácticas culturales de las comunidades afros: peinados, artesanías, el campo. Al mismo tiempo de servir para conocer las tradiciones propias, también permiten apropiarse una noción importante en matemáticas como es la del fractal.

- El primer taller pretende que los estudiantes identifiquen patrones similares en los Trenzados Africanos y de la diáspora Africana en Europa, América y Colombia, que conozcan su importancia e incentivar la valoración de su cultura ancestral, mediante la presentación de fotografías de peinados en diferentes continentes, motivando una reflexión que permita establecer diferencias y similitudes en los diferentes espacios geográficos. También pretende dar el lugar histórico de las trenzas en las luchas libertarias protagonizadas por los antepasados, donde los peinados jugaron un papel preponderante en las estrategias de escape utilizadas por lo esclavizados.
- El objetivo del segundo taller es que los estudiantes reconozcan la importancia de la noción de fractal, que comprendan los ejemplos clásicos de fractal y puedan identificarlos en la arquitectura, el arte, la música, textiles, escultura, entre otros.
- En el tercer taller los estudiantes son motivados a la práctica, mediante la aplicación tecnológica, son llevados a la sala de informática donde tienen la oportunidad de reproducir fractales clásicos en la computadora, además de trabajar con un programa que permite reproducir trenzas vistas como fractal en el computador.
- El cuarto taller los estudiantes identifican de manera práctica y palpable patrones de fractal en los peinados de la cultura Afrocolombiana, para desarrollar el taller contamos con la participación de una peidora experta,

la cual elaboro un peinado en el aula de clase y los estudiantes tuvieron la oportunidad de observar y resolver algunas preguntas a partir de la elaboración del peinado.

- El quinto y último taller los estudiantes identifican patrones fractales en la naturaleza, al interior de la zona agropecuaria de la institución, aprovechando lo aprendido durante los talleres anteriores, ellos están en la capacidad de evidenciar en la naturaleza elementos que representen un fractal en su estructura.

## 2. JUSTIFICACION

Las discusiones políticas que se han dado en nuestro país en los últimos 30 años frente al tema de la educación en las zonas menos favorecidas y que no pueden acceder de manera equitativa a los beneficios del estado, además, de los cuestionamientos frente a la homogenización de las estrategias pedagógicas para comunicar el conocimiento a los estudiantes, sin tener en cuenta las distintas formas de ver el mundo que tienen las comunidades y en especial los territorios étnicos como los son los indígenas y los afrodescendientes; han dado paso a la etnoeducación desde donde se implementan modelos educativos que se fundamenten en los elementos propios del contexto, que reconozcan el legado ancestral y que propongan el desarrollo de la cultura sin la pérdida de sus raíces. Lo anterior sin desconocer la importancia de estar a la vanguardia de los desarrollos científicos, toda vez que estos no atenten contra la identidad cultural y ancestral.

Con el objetivo de avanzar en la implementación de la etnoeducación el Ministerio de Educación Nacional adoptó algunas leyes y decretos, tales como la ley 70/93, ley 115/94, Ley 725 / 2001, Decreto 804 / 95, Decreto 1122 / 98, Decreto 1627/96, Decreto 2249 / 95, entre otros decretos que dan instrucciones al ejecutivo para desarrollar propuestas etnoeducativas en los territorios étnicos. Esto ha permitido despertar el interés de algunos investigadores para rescatar las formas propias de producción, la medicina tradicional, la relación con el territorio, los modelos de organización, la lengua y en general la cosmovisión de los pueblos. Pero son muy pocos los intentos por desarrollar trabajos con el pensamiento matemático propio de las comunidades étnicas en Colombia.

Por lo anterior, es importante aportar a la implementación de la etnoeducación, a través del desarrollo de trabajos que faciliten herramientas pedagógicas para el aprendizaje de las matemáticas con la pertinencia con la que lo exigen los pueblos.

Es por ello que la ETNOMATEMATICA la cual es definida por el profesor de matemáticas e investigador en etnomatemática Ubiratan D'Ambrosio como:

*La matemática que se practica entre grupos culturales identificables tales como sociedades de tribus nacionales, grupos laborales, niños de cierto rango de edades, clases profesionales, entre otros.<sup>2</sup>*

Esta disciplina responde a la falta de investigación cultural en relación con las

---

<sup>2</sup> Ubiratan D'Ambrosio (1997, pág. 16). En: La integración de la etnomatemática en la etnoeducación. Hilbert Blanco (1997, pág. 1,2).Universidad de Nariño

matemáticas ampliando la posibilidad de hacer uso del conocimiento ancestral y cultural que en distintos pueblos ha demostrado una estrecha relación hombre-naturaleza y que seguramente guarda en sí mismo un legado digno de ser analizado y desarrollado como conocimiento científico y matemático.

En el ámbito internacional hay importantes trabajos en etnomatemáticas tales como las investigaciones de Paulus Gerdes (1996). Él trabaja en la reivindicación del pensamiento matemático de la mujer afrodescendiente en Mozambique (África); Ron Eglah Trabaja con Fractales en las culturas Africanas; y Alan Bishop (2000) en Australia se interesa por la democratización de las matemáticas, una Educación matemática para todos los ciudadanos, entre otros.

En el ámbito nacional también hay trabajos importantes como la tesis de maestría del profesor Armando Aroca (2007), titulado: Una propuesta de enseñanza de geometría desde una perspectiva cultural. Comunidad indígena Ika. Sierra Nevada de Santa Marta; Aldo Parra (2004), Acercamiento a la Etnomatemática, donde se indaga sobre las prácticas matemáticas de contar, medir, diseñar y explicar en la comunidad indígena Ticuna del Amazonas Colombiano; por mencionar algunos casos.

A pesar de los intentos de los trabajos de algunos profesores e investigadores en etnomatemáticas, aún es mucha la demanda por parte de las instituciones educativas debido a la falta de material pedagógico y de investigaciones relacionadas con la etnomatemática, pues representa el gran vacío en el momento de implementar una propuesta etnoeducativa al interior de las instituciones educativas. Se puede reconocer que existen al menos dos grandes tendencias en este ámbito, una ocupada de los estudios e investigaciones sobre las formas de razonamiento matemático propio de las culturas y etnias no occidentales; una segunda, en la cual se inscribe fundamentalmente el grupo de la Universidad del Valle y algunas experiencias etnoeducativas, se interesa por el desarrollo de pedagogías que pongan en dialogo la enseñanza de las matemáticas con los elementos propios de los pueblos indígenas, afrodescendientes y de otros grupos sociales.

Por la naturaleza de mi propuesta esta se localiza en el segundo plano pues el propósito central es lograr que un conocimiento como el de los fractales pueda ser agenciado por medio de una estrategia que parte de elementos ancestrales africanos como el caso de los peinados, en ese sentido no es mi interés por ahora indagar sobre las formas de pensamiento matemático de los grupos afrocolombianos, más bien valerme del acervo cultural para lograr que el aprendizaje de las matemática tenga mayor sentido para un grupo de jóvenes afrodescendientes de grado once.

### 3. REFERENTES TEÓRICOS

Muchas de las debilidades que presentan las comunidades afrocolombianas tienen que ver con la educación de sus individuos. Para lo cual se han generado diferentes procesos de resistencia y exigibilidad para que la educación que se imparta desde los planteles educativos sea acorde a los usos y costumbres de la comunidad, que plantee un modelo de desarrollo que promueva la cultura al mismo tiempo que esté al nivel de competencia con el resto de la sociedad.

El profesor Daniel Garcés Plantea que *“La situación de mayor dificultad que revelan las investigaciones sobre formación en comunidades afrocolombianas, consiste en el divorcio entre desarrollos curriculares, metodologías de enseñanza-aprendizajes y el contexto de los estudiantes que viven esas prácticas”*<sup>3</sup> este tipo de planteamientos al interior de los movimientos sociales han dado pie a la Etnoeducación para comunidades afrocolombianas, que hasta el momento presenta muchas debilidades en su implementación, especialmente en el área de las matemáticas, donde muchos docentes aducen no saber cómo relacionar las matemáticas con la situación socio-cultural de los alumnos. Lo cual plantea el reto de la integración de la etnomatemática en la etnoeducación, el profesor Hilbert Blanco Álvarez (encuentro colombiano de matemática educativa, pág. 2) escribió un artículo relacionado con este tema donde señala que *“la etnomatemática tiene fuertes vínculos con el Currículo, donde intenta permear los programas de estudio de las licenciaturas de matemáticas, los currículos de la educación básica y media y de etnoeducación con los resultados de las investigaciones realizadas en diversas culturas”*. Esta situación motivó la implementación de este proyecto que busca el fortalecimiento de la etnoeducación, desde las matemáticas escolares, reconociendo en él, los aportes y conocimientos matemáticos de los ancestros afrocolombianos. Lo cual es un tema bastante amplio y que requiere del aporte de investigadores y/o pedagogos que se interesen por desarrollar contenidos didácticos de matemáticas integrados con la cultura local. Nosotros hemos escogido trabajar sobre la teoría fractal y resaltar en ella, las trenzas como una representación de fractales importante en la naturaleza para las comunidades afrocolombianas.

#### 3.1 ETNOEDUCACIÓN

La etnoeducación surge en Colombia como la propuesta educativa de los pueblos étnicos para superar las dificultades generadas por los procesos de educación

---

<sup>3</sup> Daniel Garcés Aragón (pág. 2). En: Desafíos y Tensiones sobre la formación de etnoeducadores afrocolombianos.

descontextualizados a los cuales han sido sometidos.

La etnoeducación la cual se entiende como *“la educación que se ofrece a grupos o comunidades que integran la nacionalidad y que poseen una cultura, una lengua, unas tradiciones y unos fueros propios y autóctonos. Esta educación debe estar ligada al ambiente, al proceso productivo, al proceso social y cultural, con el debido respeto de sus creencias y tradiciones”* (Ministerio de Educación Nacional, 2004, pág. 7). Abre la puerta a propuestas que busquen el desarrollo de las comunidades fundamentadas en el fortalecimiento y difusión de su identidad cultural. Que reconozca su legado ancestral y que a través de la investigación valore y promueva su conocimiento implícito en muchas de las fuentes vivientes que mantienen viva la tradición de los pueblos.

Algunos investigadores, docentes y comunidades han dado valor a la etnoeducación y vienen haciendo aportes significativos, los cuales hacen que la etnoeducación sea cada vez un tema más conocido y de interés. En Colombia, al interior de las culturas indígenas y afrocolombianas este es un tema de vital importancia y determina la permanencia y prevalencia en el territorio, es por ello que estas comunidades proyectan su desarrollo basadas en una forma de pensar consecuente con su riqueza cultural y la etnoeducación aplicada de la manera en que lo solicitan los pueblos es el modelo que responde precisamente a esta demanda.

La educación es una de las razones esenciales de las luchas de la población afrocolombiana, el Profesor Daniel Garcés Aragón, señala:

*“En la actualidad, no está en discusión la condición de Grupo Étnico del Pueblo Afrocolombiano, dada su significativa diferencia de su presencia cultural, identidad y el reconocimiento formal en el campo constitucional y legal. Es por ello, que se le solicita a la sociedad y a las instituciones del Estado, abandonar la ruta de la negativa homogeneización cultural eurocéntrica por medio de la educación y en contravía de la valoración cultural afrocolombiana, para poder insertar en el currículo el conocimiento que efectivamente da lugar a la inclusión”*<sup>4</sup>

Este llamado a realizar aportes para nutrir el currículo con los conocimientos ancestrales y modernos de la afrodescendencia, sus características propias que permiten diferenciar su forma de ver el mundo y vivir en comunidad, la relación permanente y horizontal con el medio ambiente y las habilidades y talentos característicos de la etnia. Deben quedar impresos en los currículos para motivar al estudiante y ayudarlo a redescubrirse como representante de un pueblo que ha hecho y hace aportes significativos a la nación, como una persona capaz de

---

<sup>4</sup> Daniel Garcés Aragón (2008, pág. 6). En: Tensiones entre el desarrollo curricular del sistema educativo colombiano y el proceso de construcción cultural afrocolombiana.

contribuir al desarrollo de su pueblo y del país, como sujeto de derecho y defensor de ellos, como candidato potencial en la investigación, la ciencia, los nuevos descubrimientos. Gracias a que sus bases recibidas en la educación básica le hacen el traspaso de la herencia de sus ancestros: científicos, príncipes, deportistas, intelectuales, humanistas, revolucionarios, guerreros, artistas, matemáticos, entre otros campos donde han incursionado los ancestros afrodescendientes.

Se cuenta con el respaldo jurídico ganado por los líderes, organizaciones sociales e intelectuales afrocolombianos. En la ley 70 del 1993:

*ARTÍCULO 34. La educación para las comunidades negras debe tener en cuenta el medio ambiente, el proceso productivo y toda la vida social y cultural de estas comunidades. En consecuencia, los programas curriculares asegurarán y reflejarán el respeto y el fomento de su patrimonio económico, natural, cultural y social, sus valores artísticos, sus medios de expresión y sus creencias religiosas. Los currículos deben partir de la cultura de las comunidades negras para desarrollar las diferentes actividades y destrezas en los individuos y en el grupo, necesarios para desenvolverse en su medio social.*

Los mayores avances que ha tenido el currículo en etnoeducación, se han logrado en la catedra de estudios afrocolombianos –CEA-, en este campo ha habido avances normativos como es el decreto 1122 de 1998, que dice:

*Todos los establecimientos estatales y privados de educación formal que ofrezcan los niveles de preescolar, básica y media, incluirán en sus respectivos proyectos educativos institucionales la Cátedra de Estudios Afrocolombianos, atendiendo a lo dispuesto en el artículo 39 de la Ley 70 de 1993 y lo establecido en el presente decreto.*

La CEA permite a los estudiantes de todo el país conocer la historia de los pueblos afrodescendientes, señala los aportes y las luchas que se han dado a través de la historia para alcanzar diferentes espacios. La CEA pretende hacer consiente al estudiante de las prácticas discriminatorias para que no las aplique contra otros y las pueda identificar cuando sea víctima de ellas. La idea es fortalecer su autoestima y no permitir que las acciones racistas aplicadas contra él lo hagan vulnerable.

La CEA hace parte del currículo de Ciencias Sociales, y a pesar de tener fuerza de ley y ser de carácter obligatorio en las instituciones educativas públicas y privadas, que orienten educación preescolar, básica y media. Las instituciones que lo

aplican son muy pocas, peor aun la que lo aplican de manera adecuada son realmente escasas. Su implementación depende más de docentes con voluntad de hacerlo que de los Proyectos Educativos Institucionales –PEI.

Pese a este panorama la CEA ha permitido avanzar en materia de reconocimiento y apropiación de la identidad cultural de los pueblos afrocolombianos, los cuales son los mas interesados en fortalecer esta política, de acuerdo con el Profesor José Caicedo *“En la medida en que la Cátedra devino en proyectos curriculares y pedagógicos en comunidades afrocolombianas, ha posibilitado procesos importantes de afirmación, autoidentificación y dignificación de la condición afrocolombiana en el mundo de la escuela y en la vida de los estudiantes y docentes portadores de esta identidad.”*<sup>5</sup>

### 3.2 ETNOMATEMÁTICA

Lo que comúnmente se conoce como historia de las matemáticas, es una historia de las matemáticas occidentales, desconociendo el aporte que han hecho muchos pueblos civilizaciones de Asia y África. En esta historia se reconoce el papel de Euclides aunque no se tenga certeza de su existencia, Pitágoras, Fermat, entre muchos otros matemáticos occidentales, de los cuales no cabe duda sobre sus importantes aportes a lo que hoy se conoce como matemáticas. Pero al mismo tiempo supone muchos interrogantes al contrastar las evidencias históricas de países como Egipto y Babilonia los cuales dan una verdadera lección de civilizaciones antiguas al resto del mundo, pero que en la historia de las matemáticas solo se les reconoce como conocedores empíricos de ciertas ramas de la ciencia.

La concepción de las matemáticas como ciencia pura, hace parecer sus avances como elementos fuera de los espacios socioculturales, como producciones intelectuales creadas solo en la mente de los matemáticos y lejos de los escenarios contextuales. Esta visión hace que las matemáticas sean consideradas una disciplina difícil, que supone un grado de capacidad intelectual muy alto, que no está al alcance del común de las personas y que profundizar en ella es cosa de superdotados o genios. Si bien hay que reconocer que las matemáticas es de alguna manera una disciplina exigente, también es muy cierto que no está fuera del alcance de ningún grupo social, pues muchas de sus prácticas cotidianas están ligadas con ella.

---

5 José Antonio Caicedo Ortiz (2011, pág. 20). En: La Catedra de estudios Afrocolombianos Como proceso diasporico en la escuela.

Con el objetivo de apoyarnos en conceptos y teorías de la matemática que reconozcan al individuo y los espacios socio-culturales que representan hemos estudiado la etnomatemática, que según el ISGEM:

*La etnomatemática se ubica como una combinación de la matemática y la antropología cultural. A un nivel, que es lo que se pudiera llamar 'la matemática del ambiente' o 'la matemática de la comunidad'. A otro nivel de relación, la etnomatemática es la manera particular (y tal vez peculiar) en que grupos culturales específicos cumplen las tareas de clasificar, ordenar, contar y medir.*

*La etnomatemática implica una conceptualización muy amplia de la matemática y del 'Etno-' una visión amplia de la matemática incluye contar, hacer aritmética, clasificar, ordenar, inferir y modelar. 'Etno-' involucra 'grupos culturales identificables, como sociedades nacionales-indígenas (tribus), grupos sindicales, niños de cierto rango de edades, sectores profesionales, etc.', e incluye 'su jerga, códigos, símbolos, mitos y hasta sus maneras específicas de razonar e inferir.'* (Boletines del ISGEM 1985-2003, 1985, agosto, p.5).

La etnomatemática busca dar explicación a fenómenos que rodean los diferentes grupos sociales y que tienen relación con la matemática y la Antropología, pero que ninguna de estas disciplinas ha podido dar explicación de manera independiente. El profesor de matemáticas e investigador en etnomatemática Ubiratan D'Ambrosio (1997, pág. 16) define la etnomatemática como "la matemática que se practica entre grupos culturales identificables, tales como sociedades de tribus nacionales, grupos laborales, niños de cierto rango de edades, clases profesionales, entre otros".

Desde el principio de la humanidad muchas culturas han desarrollado conocimiento que de una manera intencionada o no, traen implícito procesos matemáticos importantes; el comportamiento de la naturaleza y las prácticas culturales en algunas ocasiones necesitan ser explicadas teniendo en cuenta las matemáticas pero también el territorio, su historia y la manera de hacer y sentir de determinado grupo social. En pocas palabras su Antropología y Sociología, para dar justificaciones más acercadas a la realidad de determinados fenómenos y costumbres.

Todo esto plantea nuevos retos para la pedagogía que se utiliza en los planteles para transmitir conocimiento matemático. *"En conexión con la pedagogía, la conjetura básica está implícita en el emergente campo de la etnomatemática es que nuestros estudiantes, a través de sus actividades diarias, ya piensan en forma matemática. Para entender sus formas de pensar matemáticamente, nosotros necesitamos reconsiderar lo que consideramos como conocimiento matemático."*

(Frankenstein y Powell, 1991, julio, p.85).<sup>6</sup>

### 3.3 GEOMETRÍA FRACTAL

La geometría fractal surge por la necesidad de explicar figuras irregulares que se encuentran en la naturaleza y las cuales son imposibles de estudiar con las herramientas de la geometría tradicional (Euclídea). La geometría fractal es una disciplina compleja que integra en su estudio conceptos de: Geometría Euclídea, Analítica, Teoría de funciones y series, Variable Compleja, Geometría no Euclídea, Topología, Procesamiento de Imágenes. Sus figuras son irregulares y generadas a través de procesos recursivos que tiene la característica de la Autosimilaridad y dimensión no entera.

#### 3.3.1 Características de los Fractales

**3.3.1.1 Autosimilaridad:** Es la característica que presentan determinados objetos en los cuales los detalles más pequeños que lo componen tienen alguna relación estadística con sus propiedades globales, repitiéndose tales detalles de una manera infinita.

**3.3.1.2 Dimensión Fractal:** La dimensión fractal (**D**) que sugirió Felix Hausdorff en 1919 es una propiedad de un objeto que nos indica su capacidad para rellenar el espacio que lo contiene, y puede tomar valores continuos en el espacio de los números reales, entre 0 y 3. Se define como sigue:

$$D = \log N / \log(l / p)$$

Dónde:

**D** = Dimensión Fractal

**N** = Cantidad de unidades que forman el objeto

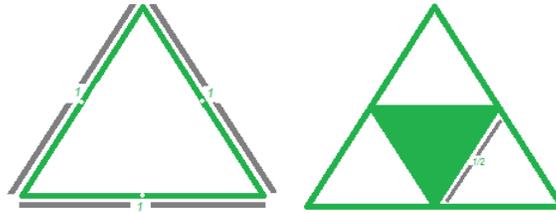
**l** = "Altura" del objeto (proyección)

**p** = "Altura" de las unidades que forman el objeto

**Ejemplo: El triángulo de Sierpinski**

---

<sup>6</sup> Tomado de: Suarez, I, M.; Acevedo, M. & Huertas, C. (2009). Etnomatemática, Educación Matemática e Invidencia. P.19. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 2(2).



Después de la primera iteración quedan tres nuevos triángulos que son los que quedaron en blanco en el segundo dibujo por eso la cantidad de objetos que en este caso son triángulos es igual a 3. La altura del objeto es 1 considerando el perímetro del triángulo y la altura de las unidades es  $\frac{1}{2}$  porque el nuevo triángulo inscrito en el anterior se forma por líneas que miden exactamente la mitad, dado que el triángulo inicial es equilátero.

$$N = 3$$

$$l = 1$$

$$p = \frac{1}{2}$$

$$D = \log 3 / \log(1 / \frac{1}{2}) = \log 3 / \log 2 = 1,58496$$

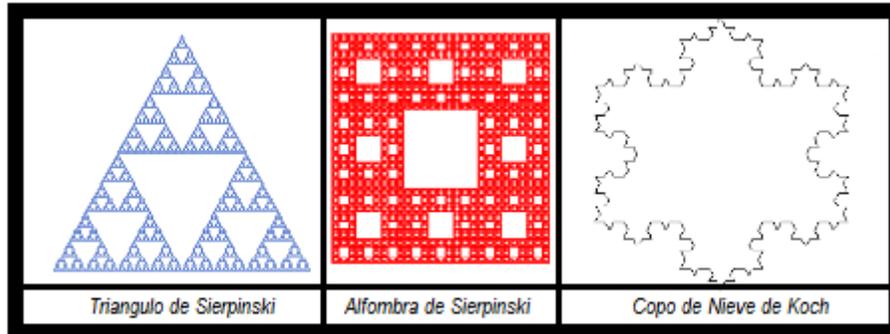
“Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o irregular, se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático Benoît Mandelbrot en 1975 y deriva del Latín fractus, que significa quebrado o fracturado. Muchas estructuras naturales son de tipo fractal”. El profesor Mandelbrot es considerado el padre de la geometría fractal.

### 3.3.2 Tipos de fractales

Existen dos tipos bien definidos de fractales. Los **lineales** y los **no lineales**.

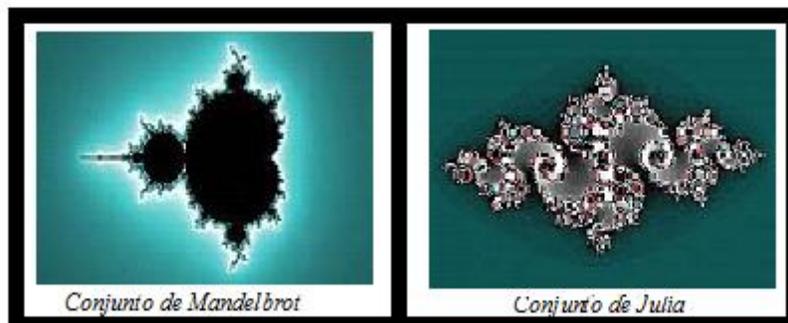
**3.3.2.1 Fractales Lineales:** los fractales lineales son aquellos que se construyen con un simple cambio en la variación de sus escalas. Esto implica algo muy importante, los fractales lineales son exactamente idénticos en todas sus escalas hasta el infinito. El triángulo y la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch son ejemplos de fractales lineales.

**Imagen 3-1**



**3.3.2.2 Fractales no Lineales:** los fractales no lineales, en cambio, son aquellos que se generan a partir de distorsiones complejas o justamente como lo dice su nombre, y usando un término proveniente de la matemática Caótica, distorsiones no lineales. La mayoría de los objetos fractales puramente matemáticos y naturales son no lineales. Ejemplos de ellos son: el Conjunto de Mandelbrot o el Conjunto de Julia.

**Imagen 3-2**



Fuente: Fractales (Amir 2006)

Vale notar que por mi formación académica estoy invitado a profundizar más sobre este tema, pero como precisamente el trabajo lo que busca es reconocer el aporte de otras culturas a las matemáticas y especialmente el de África y la Diáspora africana en el mundo, y el desarrollo teórico es particularmente construcción occidental. Nos concentraremos solo en los elementos teóricos necesarios para desarrollar nuestro proyecto.

### **3.4 GEOMETRÍA FRACTAL EN LAS CULTURAS AFRICANAS Y DESCENDIENTES DE ÁFRICA.**

Son muchas las discusiones que se han suscitados sobre el aporte las culturas africanas y descendientes de africanos de sus verdaderas contribuciones a las matemáticas, algunos dicen que los hallazgos en estas culturas solo obedecen a situaciones empíricas y casuales que no representan cercanía a lo que hoy se conoce como matemáticas; otros reconocen algunas aproximaciones pero argumentan que estas no contaron con un intento de formalización que permitiera construir teorías validas que luego pudieran ser consideradas como verdaderos avances en las matemáticas. Pero también existen matemáticos importantes como es el caso de RON EGLASH con su estudio de los fractales africanos uno de los matemáticos que se ha empeñado en investigar las culturas africanas evadiendo sesgos occidentales para demostrar que en las practicas ancestrales se encuentra cimientos significativos de lo que hoy conocemos como matemáticas.

En el territorio africano, la mayoría de culturas tienden a usar estructuras fractales en las viviendas, calles, senderos, fincas, entre otros, en los cuales se identifica fácilmente esquemas repetitivos, los cuales en su conjunto dan armonía a cada uno de los objetos. Ron Eglash en su investigación sobre fractales en el continente de África, realizó su estudio basado en fotografías aéreas, entrevistas a diseñadores africanos, artistas y científicos. *“Investiga los fractales en la arquitectura africana, peinado tradicional, textiles, escultura, pintura, escultura, orfebrería, religión, juegos, arte práctico, técnicas cuantitativas, y los sistemas simbólicos. También examina las implicaciones políticas y sociales de la existencia de la geometría fractal de África”*. En su libro hace una contribución única para el estudio de las matemáticas, la cultura africana, la antropología y las simulaciones por ordenador.

**Imagen 3-1. Djenné, en el centro de Malí**



Fuente: canalviajes.com

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementación de una estrategia pedagógica etnoeducativa con elementos propios de la cultura del municipio de Villa Rica, poniendo en juego la noción de fractal.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una estrategia pedagógica y etnoeducativa para abordar la noción de fractal a partir de los peinados afrodescendientes.
- Motivar y despertar en los estudiantes el interés por las matemáticas y su relación con las tradiciones culturales afrodescendientes.

## 5. METODOLOGÍA

Desde la escuela he permanecido muy inquieto por la forma en la que se presenta la historia de las ciencias. En esta historia, no se reconocen los aportes de las culturas no occidentales. En los descubrimientos y teorías que se estudian, es casi nula la participación de las culturas africanas, que solo aparecían en el momento de hablar de esclavitud, para decir que los africanos fueron traídos como esclavos para suplir la mano de obra en el continente americano.

Todo esto me inquietaba pues siendo muy niño reconocían muchas capacidades y habilidades en mí, especialmente en las matemáticas y hasta me llegaron a decir 'el matemático', lo cual me invitaba hacer una reflexión rápida, pues si algunos amigos de origen afrodescendiente y yo éramos muy buenos en matemáticas según nuestros profesores; como es que en la historia de las matemáticas no aparecía ninguno de nuestros ancestros con aportes significativos en este campo, ¿Dónde estuvieron los afrodescendientes mientras la matemática se desarrollaba? Pregunta que no tuvo una respuesta aceptable para mí en la escuela.

Al llegar a la universidad mi interrogante permanecía más vivo que nunca y no perdí oportunidad para consultar sobre los aportes de los afrodescendientes a lo que hoy se conoce como matemática y es precisamente en esta búsqueda donde me logro encontrar con la etnomatemática, supe de profesores e investigadores inquietos por esta disciplina.

Lo anterior junto al deseo de aportar al etnodesarrollo del pueblo afrocolombiano, y particularmente el de mi comunidad (Villa Rica) motivó la realización de este proyecto de grado, quien ha contado con todo el apoyo de la directora, con quien nos dimos a la tarea de indagar sobre usos y costumbres de la comunidad Villaricence, para definir nuestro tema objeto de estudio.

Inicialmente nuestra intención era realizar un estudio sobre las formas tradicionales de peso y medida utilizados por de nuestros ancestros, pues se encuentran muchos rastros de formas de medición propias de las comunidades las cuales eran usadas con plena seguridad y que hasta los últimos tiempos fueron herramientas validas en el contexto. Pero no abordamos el tema por falta de fuentes, lo cual podría implicar una demora significativa en el desarrollo del proyecto.

Luego nos interesamos por las artesanías elaboradas en la comunidad, así que empezamos a indagar con los artesanos y artesanas sobre los artículos más representativos de la comunidad de Villa Rica, pero cuando nos entusiasmábamos con algunos nos encontramos con que no podíamos dar fe de que la mayoría de artesanías hicieran parte de la cultura ancestral o fuesen inculturados a esta comunidad en el tiempo. Pues el deseo era trabajar con elementos representativos de la cultura ancestral de la comunidad.

Después de una larga búsqueda durante una entrevista con algunos líderes de la comunidad llegamos a la conclusión que la artesanía más representativa de la cultura ancestral de Villa Rica son las trenzas. Lo cual me permitió abrir los ojos y empezar a trabajar sobre esta práctica tan importante y representativa de la comunidad.

Una vez definido el objeto de estudio, comencé a documentarme y a encontrar muchas personas que habían hecho algún tipo de trabajo sobre el tema. Pero vi con preocupación que ninguno de estos trabajos era desarrollado desde las matemáticas sino desde la antropología, sociología y etnoeducación. Pero luego de una reflexión comprendí que eso representaba una oportunidad de darle un enfoque diferente al que el común de la gente está acostumbrado. Así que continuamos la búsqueda bibliográfica y nos encontramos con unos de los trabajos más hermosos que he conocido en etnomatemática, el del profesor **Ron Eglash**, en su libro titulado: **African Fractals**. Donde realiza una investigación sobre la presencia de fractales en el contexto de culturas africanas, y entre esos fractales identificados aparecen las trenzas. Fue así como iniciamos la elaboración del proyecto que involucra los peinados afro (trenzas) vistos como un fractal en la naturaleza.

Una vez elaborado el anteproyecto y después de discutirlo con el Grupo de Estudio y Desarrollo Investigativo en Educación, Historia y Filosofía de las Matemáticas GEDI – EHF y hacer las modificaciones correspondientes le dimos forma al proyecto denominado: **FORTALECIMIENTO ETNOEDUCATIVO DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES: LA NOCIÓN DE FRACTAL Y SU RELACIÓN CON LA CULTURA AFROCOLOMBIANA DE VILLA RICA**

Para el desarrollo del proyecto tuvimos en cuenta los siguientes momentos:

- Estudio detallado de los elementos necesarios de la Geometría Fractal, con el objetivo de capturar los datos requeridos para el desarrollo de la propuesta.
- Preparación teórica y metodológica de los talleres que serán implementados con el grupo objeto. Para el desarrollo de este momento se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:
  - Las expresiones culturales usadas en el proyecto han sido capturadas en el contexto y en el aula de clase a partir del grupo de estudiantes que pertenecen al municipio de Villa Rica.
  - Los lineamientos y estándares establecidos por el MEN, para el grado escolar que se pretende abordar.
- Desarrollo de los talleres con el grupo objeto: para capturar la mayor cantidad de información, se realizaran videos fílmicos de algunas secciones y finalmente será editado y hará parte de los productos del proyecto
- Consolidación de los resultados de la implementación del proyecto

## 6. INTRODUCCION AL CONTEXTO

El municipio de Villa Rica se encuentra situado en el norte del Departamento del Cauca, tiene un temperatura de 25°C, su terreno es plano y está a 970 metros sobre el nivel del mar.

**Imagen 6-1**



Fuente: Plan de Desarrollo Villa Rica 2012-2015

El Municipio de Villa Rica el cual cuenta con una Población mayoritariamente afro, la cual ha demostrado una gran capacidad de liderazgo en la defensa de lo propio llegando a obtener resultados significativos para la formación de sus habitantes tal como lo es haber logrado la municipalidad en el año 1999, lo cual le permite actuar con mayor autonomía, al separarse administrativa y geográficamente del municipio de Santander de Quilichao.

Este municipio ha demostrado su interés por la etnoeducación, liderado por docentes comprometidos con la conservación, promoción y desarrollo de la cultura ancestral, por líderes sociales de la comunidad los cuales son conscientes de la importancia de promover la cultura en los planteles educativos, dado que son conscientes de la importancia que tiene la escuela en la formación personal y profesional de un individuo.

Por lo anterior, en el municipio se han generado procesos importantes para la implementación de la etnoeducación, entre los cuales tenemos que el municipio ha sido denominado como MUNICIPIO ETNOEDUCADOR, lo cual se logra a través de una ordenanza, que es un documento legal emitido por consenso en el concejo municipal y que decreta que las actividades educativas que se desarrollen en el municipio deben estar fundamentadas con la etnoeducación. Lo que constituye un aval y un llamado a realizar aportes que contribuyan al desarrollo de la etnoeducación en el municipio, sumado a los mandatos constitutivos. Incentiva a

profundizar en conocimientos con el objetivo de realizar nuevos aportes a la cultura afrocolombiana y el mundo.

**Imagen 6-2**



Fuente: Plan de Desarrollo Villa Rica 2012-2015

## 7. BITACORAS

El grupo objeto del proyecto estuvo constituido por 26 estudiantes del grado 11-C de **LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SENON FABIO VILLEGAS** con edades entre los 14 y 18 años, de los cuales 11 son hombres y 15 mujeres.

Una vez realizada la primera presentación de los avances del proyecto, donde se expuso ante el comité evaluador y la Directora del proyecto, las cuales dieron su visto bueno a la planificación de los talleres con algunas sugerencias se prosiguió a la realización de una reunión en LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SENON FABIO VILLEGAS, la cual contó con la participación de la rectora y docentes de matemáticas, Ciencias Sociales e informática, además de la psicóloga de la Institución. Con quienes se realizó la presentación de los talleres que serían desarrollados con el grupo de estudiantes. Los docentes y el personal administrativo agradecen por la implementación del proyecto en su institución y ofrecen sus capacidades logísticas y de personal para el desarrollo del mismo. Finalmente se realizaron algunos acuerdos con ellos tales como que los talleres serían implementados durante dos semanas, todos los días a la primera hora de clases que está comprendida entre las 7:00 am y las 7:55 am. Además de dos horas adicionales para la salida a la zona agropecuaria de la institución. Los talleres serán desarrollados en uno de los salones de informática, para facilitar las herramientas audiovisuales y el docente de matemáticas el señor **JOSE LEONAIRO CAMPO**, estará presente durante el desarrollo de algunas jornadas de trabajo con los estudiantes.

### PRIMER ENCUENTRO CON LOS ESTUDIANTES

En el primer encuentro con el grupo de estudiantes se trabajó de la siguiente manera:

1. Mi presentación
2. La presentación de los estudiantes
3. Presentación de la propuesta de trabajo

En mi presentación los estudiantes conocieron mi nombre y la Universidad de dónde vengo. Además de expresar mi intención de trabajar con ellos por ser un curso de grado 11 con buen rendimiento académico.

La presentación de los estudiantes se hizo a través de una dinámica la cual pretende recoger información acerca de sus nombres y sus sueños. Los estudiantes expresaron sus diferentes metas entre las cuales estaba ser Ingenieros, Médicos, Enfermeras, Abogados, Futbolistas, Empresarios, entre otras.

Se les dio a conocer el nombre del proyecto, los días y los horarios en las cuales estaríamos trabajando y un bosquejo de los tópicos bajo los cuales está basada la

propuesta.

## **7.1 PRIMER TALLER: LAS TRENZAS: LIBERTAD Y BELLEZA**

Para los estudiantes es muy importante encontrar una razón en cada uno de los objetos de estudio, utilizados en el aula. Por eso nuestra intención no es solamente indagar sobre el conocimiento matemático que hay en los Fractales que se encuentran presentes en las trenzas, sino también hacer conciencia con los estudiantes, sobre lo importante y representativo de los peinados afrocolombianos en la construcción de identidad.

Este taller utilizó dos estrategias para motivar, retroalimentar y resaltar la importancia de las trenzas en el aula.

1. **Presentación de fotografías:** los estudiantes tuvieron la oportunidad de ver una presentación de fotografías de peinados con trenzas en el continente Africano, en Francia, Estados Unidos, Centro América, Colombia y particularmente Villa Rica. Una vez terminada la presentación, los estudiantes dieron sus opiniones respecto a las diferencias y similitudes de los peinados en los diferentes lugares, además de resaltar determinadas características y opinar sobre ellas.
2. Lectura artículo **MAPAS DE FUGA EN LAS CABEZAS DE LOS ESCLAVOS NEGROS** (Ewa Kulak, 2008): el artículo hace referencia al papel que jugaron los peinados con trenzas en las estrategias de escape de los esclavizados en los tiempos de la colonia. La intención era que los estudiantes hicieran conciencia de la importancia de las trenzas más allá de lo ornamental y expresaran sus reflexiones al respecto.

## **RESULTADOS**

Los estudiantes comprendieron que las trenzas son utilizadas en muchos lugares del mundo y que su raíz se encuentra en el continente Africano y que a pesar que las formas y modelos cambian, su esencia es la misma. Tomaron conciencia del valor histórico de las trenzas al haber sido utilizada como estrategia para el escape de los Ancestros Esclavizados.

Opinaron que las trenzas son importantes porque resaltan la belleza afro, son una representación de la cultura y se sienten totalmente identificados con ellas.

**Foto 7-1**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Consideran que las trenzas elaboradas en su municipio son mucho más bonitas e innovadoras que las de otras regiones y se sienten muy orgullosos de ello. Resaltan que en cada hogar de su pueblo hay por lo menos una persona que usa trenzas por eso las reconocen como parte integral de la cultura, todos los estudiantes saben quién es la Pentacampeona Nacional de Peinados Afrodescendientes la señora **Evedilde Villalobos Fory**, vecina de su municipio, lo cual les permite decir que los diseños de peinados con trenzas más innovadores de Colombia se elaboran en Villa Rica.

**Foto 7-2**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Cuando se realizó la lectura aumentó su atención frente al tema y comenzaron a dar mucho valor a las trenzas. En sus opiniones resaltaron aspectos como la inteligencia y astucia de los ancestros para desarrollar lenguajes de comunicación, le dieron mucho valor a la parte histórica y mostraron orgullo por mantener en su cultura un legado tan importante. Además de insistir en que esta información debe ser difundida para que el uso de las trenzas no sea considerado únicamente desde el punto de vista estético.

En el desarrollo del taller algunos estudiantes inicialmente encontraron en las fotografías de las africanas motivos de burla, pues consideraron que la forma en la que estaban peinadas era desagradable ante su concepción de belleza, se utilizaron frases como pelo malo y hasta fueron utilizados para ridiculizar algunas compañeras en el aula. Comportamientos que encuentran su justificación en las dinámicas de mestizaje a las que son sometidos permanentemente los estudiantes y que algunos terminan asimilándolas. Por eso, durante el taller trabajamos de manera especial la valoración de la identidad cultural del pueblo afrocolombiano, a través de historias heroicas como la de los cimarrones que lograban escapar y conformar sus palenques, apoyados de los mapas diseñados por las peinadoras de aquella época. Lo cual permitió que los estudiantes se sintieran identificados con los héroes cimarrones de los relatos.

## **RESULTADOS MATEMÁTICOS**

Durante el desarrollo del taller los estudiantes lograron identificar distintos aspectos de la matemática, especialmente en la geometría, entre los cuales se

encuentras figuras de la geometría euclidiana y propiedades importantes como la simetría.

### Figuras geométrica:

Durante el desarrollo del taller los estudiantes lograron identificar en las imágenes diferentes tipos de figuras geométricas tales como: el círculo, cuadrados, conos, rombo y la espiral. Estas figuras han hecho parte de los diferentes modelos de peinados que se diseñaban en los tiempos de la esclavización y en la actualidad como diseños meramente estéticos



Fuente: Archivo Evedilde Villalobos

**La simetría:** una de las principales inquietudes de los estudiantes fue ¿Cómo hacen las peinadoras para repetir con tanta precisión el mismo modelo en ambos costados de la cabeza? Lo cierto es que en el proceso de diseñar las trenzas, cada peinadora lleva implícito la intención de que su peinado tenga simetría para que armonice con el cuerpo humano el cual también es simétrico.

De la cual surgió que las peinadoras usan de manera intuitiva la propiedad de Simetría.



Fuente: Archivo Tejiendo Esperanzas

La simetría brinda un balance estético a objetos naturales y artificiales. La simetría geométrica es una similitud formal de múltiples formas alrededor de un punto o eje. Reflexión, rotación, traslación y escala definen la simetría en geometría.



Fuente: Archivo Tejiendo Esperanzas

### **Simetría de reflexión**

*La simetría de reflexión es la similitud de formas alrededor de un eje o línea de reflexión. Estas formas son similares pero invertidas, como vistas en el reflejo de un espejo. Las simetrías espejo y bilateral son sinónimos a la simetría por reflexión. Algunos matemáticos describen la simetría de reflexión como otra forma de simetría de rotación, debido a que la línea de reflexión es un eje de rotación tridimensional para invertir la forma. Un triángulo isósceles muestra simetría de reflexión. Además la gente tiene simetría de reflexión con dos piernas, dos brazos, dos ojos y dos fosas nasales a cada lado de la nariz.*

### **Simetría de rotación**

*Los objetos con simetría de rotación son similares alrededor de un punto. Un objeto rota alrededor del punto, el cual describe un eje normal al plano de rotación bidimensional, creando formas similares. La simetría de rotación es también llamada simetría cíclica y simetría de molinete. Los polígonos regulares tienen simetría de rotación. Más aún, los rayos de bicicleta y los pétalos*

de las flores son ejemplos de simetría de rotación.

### **Simetría de traslación**

*Objetos múltiples similares, en la misma orientación pero en diferentes posiciones en un plano o volumen tienen simetría de traslación; ésta consiste en el movimiento o copiado de una forma desde una posición a otra. Algunos matemáticos describen la traslación como la rotación de un objeto alrededor de un eje a una distancia infinita; de modo que algunos matemáticos describen todas las formas de simetría únicamente mediante la rotación. Los círculos con diámetros iguales sobre un plano muestran simetría de traslación. También las hormigas caminando en una línea son ejemplos<sup>7</sup>*

Aprovechando la inquietud de los estudiantes pudimos aclarar estos conceptos con algunos ejemplos clásicos de la geometría euclidiana. Los fractales lineales son simétricos con respecto algún punto o eje, lo cual permitió hacerse a una herramienta que puede ser utilizada en la elaboración o identificación de algún fractal dentro de esta clasificación.

**La distancia representada en los peinados:** ¿Cómo lograban los cimarrones interpretar en los mapas, las distancias que debían recorrer para lograr escapar?. Lo cierto es que me sentí un tanto incómodo con esta pregunta, pero haber reflexionado al respecto me permitió darles algunos elementos a los estudiantes, aunque cabe resaltar que no cuento con una respuesta precisa. Las peinadoras en realidad se dedicaban a elaborar planos de los terrenos, donde trataban de señalar las rutas de escape con el mayor número posible de detalles, para lo cual utilizaban simbolismos y códigos que los cimarrones lograban interpretar, es decir que utilizaban un tipo de escala intuitiva para calcular las distancias aproximadamente.

La escala en matemáticas es una herramienta muy útil. En ingeniería es una de las herramientas más importantes, ya que permite llevar al papel sus diseños. La escala es la relación de proporción que existe en las medidas de un plano o mapa con las medidas originales.

Existen tres tipos de escala los cuales están relacionados con el tamaño por el cual sera representada la realidad:

La escala **natural** con la cual se hace una representación de la realidad sobre un

---

<sup>7</sup> [http://www.ehowenespanol.com/simetria-geometria-info\\_205932/](http://www.ehowenespanol.com/simetria-geometria-info_205932/)

plano o mapa utilizando su mismo tamaño; escala de **reducción**, mediante la cual se hace una representación de la realidad sobre un plano o mapa utilizando piezas más pequeñas, en otras palabras se hace dividiendo el tamaño original del objeto real tantas veces como sea necesario para representarlo en el tamaño deseado; la escala de **ampliación** es la inversa de la de reducción, mediante este tipo de escala hacemos una representación de la realidad sobre un plano o mapa utilizando piezas más grandes, en otras palabras multiplicando el tamaño original del objeto por el número necesario para tener el tamaño deseado.

## **7.2 SEGUNDO TALLER: DE LA CULTURA A LA CIENCIA: EJEMPLOS DE FRACTALES EN MATEMATICA**

Con este taller se pretende que los estudiantes reconozcan la importancia de la noción de fractal en la arquitectura, el arte, la música, textiles, escultura, entre otros. Lugares africanos donde se evidencia patrones de fractal. Para lo cual inicialmente se hizo una presentación de fotografías de fractales en distintos escenarios de la cultura africana, donde se evidenciaban patrones de fractal, luego se presentó la definición de fractal a través de algunos ejemplos geométricos.

Se realizó una presentación de fotografías donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de identificar las características de las imágenes que hacen de los ejemplos un fractal, luego reproducir en su cuaderno las características de la imagen que componen un fractal.

1. Se realizó una presentación de fotografías de arquitectura, el arte, la música, textiles, escultura, entre otros. Del África y otros lugares de la diáspora africana donde se presenten patrones de fractal
2. Luego hicimos la introducción de la definición de fractal utilizada por el matemático **Benoît Mandelbrot**.
3. Se hizo una explicación de cómo construir algunos fractales en el tablero: Triángulo de Sierpinski, Copo de nieve de Koch, La Alfombra de Sierpinski y un ejemplo de trenza vista como fractal.

## **RESULTADOS**

**Foto 7-3**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Debido a sus expresiones de asombro, se hizo evidente la sorpresa para los estudiantes, cuando lograron ver en las fotografías que muchas de las artesanías, la arquitectura, textiles entre otros elementos se encontraba algo más que una simple construcción estética, sino una representación coherente de objetos representativos en la geometría fractal. Surgieron opiniones espontaneas, tales como que “el conocimiento matemático lo tenían nuestros ancestros desde hace mucho tiempo”.

Los estudiantes participaron notablemente mientras se daba la definición de fractal, debido a que nos apoyamos en ejemplos geométricos para dar la explicación, eso permitió que los estudiantes no sintieran la rigurosidad de la definición. Partiendo de la observación de los dibujos, la pregunta orientadora fue ¿Con base a los ejemplos anteriores para usted que es un fractal? A lo que los estudiantes respondieron que son figuras que se repiten infinitas veces, un procedimiento, una secuencia y especialmente surgió que es una figura la cual es similar a un pequeño fragmento de la misma.

Con esta percepción de fractal, los estudiantes dieron muchos ejemplos de figuras que según ellos representaban fractales en la naturaleza, por eso fue necesario precisar un poco con las características fundamentales de los fractales.

Los estudiantes demostraron haber comprendido geoméricamente el comportamiento de algunos de los fractales más conocidos como lo son: el Triángulo y la alfombra de Sierpinski, el Copo de Nieve de Kohc, los cuales fueron construidos participativamente en el tablero; después de explicar la forma en la que se comporta y hacer el segundo paso, los estudiantes pasaban voluntariamente al tablero y aportaban a la construcción del fractal. Este ejercicio permitió mucho empoderamiento por parte de los estudiantes, pues se sintieron

parte integral del ejercicio y perdieron el miedo a opinar sobre el tema.

Los estudiantes se mostraron cómodos con la noción de fractal trabajada durante el taller y aseguraban comprender la definición de fractal propuesto por **Benoît Mandelbrot** el cual fue de-construido y se hizo la pregunta del significado de cada frase que componía el concepto para garantizar la comprensión del mismo entre los estudiantes.

Con base a lo discutido durante el taller los estudiantes pudieron comprender porque las trenzas pueden ser vistas como un ejemplo de fractal

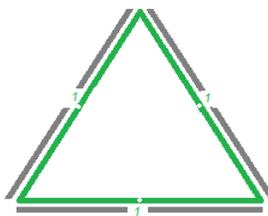
Los estudiantes logran comprender muy fácil los conceptos si los mismos son introducidos a partir de la ilustración. Cuando sienten que aportan a la clase a través de su participación, se muestran mucho más atentos y demuestran interés por la clase.

Durante el desarrollo del taller pude notar que el grupo de estudiantes presenta muchas debilidades en el manejo de temas básicos en matemáticas, tales como realizar operación de números fraccionarios, funciones, entre otros temas que deben ser de dominio para un estudiante en este nivel. Lo cual me invita hacer un llamado a la comunidad educativa, pues no tiene ningún sentido avanzar en los temas planteados en el currículo si los estudiantes no los están asimilando. Propongo hacer una revisión tanto de contenidos como pedagógico, lo cual permita generar unan estrategia que tenga en cuenta las características contextuales y logre impactar un mayor número de estudiantes.

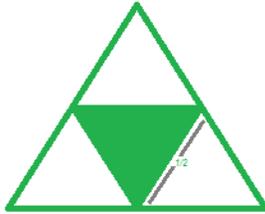
## RESULTADOS MATEMÁTICOS:

### Triangulo de Sierpinski

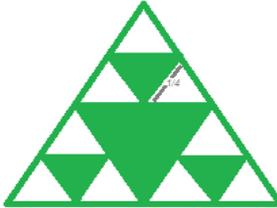
Para la construcción de esta figura consideremos el triángulo equilátero de lado de longitud una unidad, luego señalamos los puntos medios de cada lado, como se muestra en la siguiente figura.



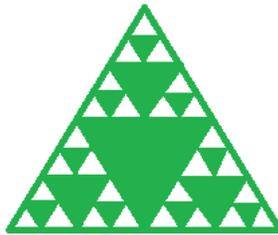
Luego se unen los puntos medios y de los triángulos que se originen eliminamos el de la mitad



Repetimos el proceso para cada uno de los triángulos restantes



El resultado de repetir este proceso indefinidamente el denominado el triángulo de Sierpinski



### El copo de Nieve de Koch

Trazamos un segmento AB de longitud **1** y lo dividimos en tres segmentos de longitud **1/3**, como sigue:



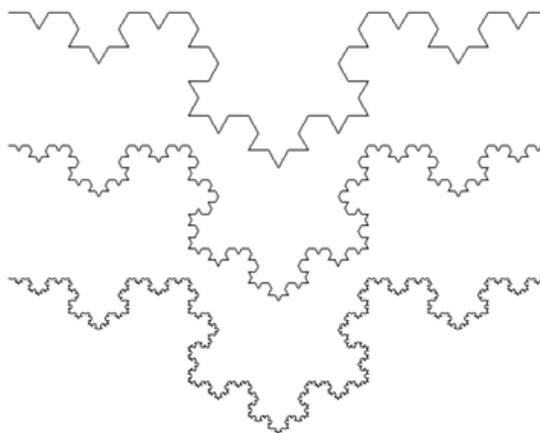
Luego eliminamos el segmento medio y formamos una poligonal de cuatro segmentos de **1/3** como se muestra en la siguiente figura



Repetimos el proceso para cada uno de los segmentos

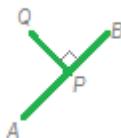


Repetir este proceso indefinidamente es denominado el copo de nieve de Helge Von Koch



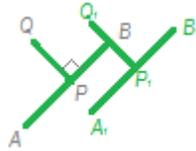
### Las trenzas vistas como un ejemplo de Fractal

Consideremos los puntos A, B, P, Q donde P es el punto medio del segmento AB y el segmento PQ es perpendicular al segmento AB, como se muestra en la siguiente figura



Se  $D$  la longitud del segmento  $AB$  ( $Dis(A,B)=D$ ) y  $E$  la longitud del segmento  $PQ$  ( $Dis(P,Q)=E$ ). Trazamos una línea paralela al segmento  $PQ$  que denominaremos  $Q_1P_1$  con longitud  $E$  y donde  $B$  es su punto medio. Luego trazamos una línea paralela al segmento  $AB$  que denominaremos  $A_1B_1$  con longitud  $D$  y donde  $P_1$  es

su punto medio



Si repetimos este proceso 9 veces obtenemos la figura que aparece abajo, lo interesante es que este proceso lo podemos hacer indefinidamente.



Si a medida que el proceso se repite introducimos una fórmula que disminuya proporcionalmente el tamaño de los segmentos y que cambie los puntos de donde se traza la perpendicular podremos representar las trenzas como se muestra en la siguiente figura



Fuente: Africans Fractals. (Ron Eglash)

Finalizamos la actividad con la motivación de la definición de fractal, se resolvieron las dudas al respecto de cada una de las características de la definición que sigue:

*“Un **fractal** es un objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o irregular, se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático **Benoît Mandelbrot** en 1975 y deriva del Latín **fractus**, que significa quebrado o fracturado. Muchas estructuras naturales son de tipo **fractal**”*

### 7.3 TERCER TALLER: TAMBIEN LA CULTURA SE DESARROLLA

Para los estudiantes son muy importantes las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) pues quieran o no se ven envueltos en un medio que les exige estar en contacto con estas herramientas para desarrollar un sin número de sus actividades. Haber nacido en esta era no solo los obliga a utilizar las TIC, sino también que resultan bastante atractivas para ellos. Lo anterior sumado a que una de las aplicaciones más importantes de la teoría fractal, está en la implementación de algoritmos que permiten reproducirlo en lenguajes de programación, constituye una oportunidad perfecta para llevar a los jóvenes a la sala de informática y mostrarles cómo se pueden llevar algunos fractales a la programación.

Los programas para diseñar el Copo de Nieve y el triángulo de Sierpinski fueron usados desde la página web<sup>8</sup> del profesor Favian Arenas. Y para representar las trenzas como fractales utilizamos el software llamado **Cornrow Curves**<sup>9</sup>, diseñado por el Profesor Ron Eglash que se encuentra en la Internet. En el desarrollo del taller se realizaron los siguientes pasos:

1. En la sala de sistemas del colegio los estudiantes practican el Triángulo de Sierpinski y El Copo de Nieve, en un programa donde pueden generarlos dando diferentes valores.
2. Utilizando el programa **Cornrow Curves**, los estudiantes diseñan trenzas en el computador

## RESULTADOS

---

8 <http://farenas.webcindario.com/pag.php?num=Desarrollo&sub=Fractal>

9 [http://www.ccd.rpi.edu/eglash/csdt/african/cornrow\\_curves/cornrow\\_software/cornrow\\_software.html](http://www.ccd.rpi.edu/eglash/csdt/african/cornrow_curves/cornrow_software/cornrow_software.html)

**Foto 7-4**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Los estudiantes se mostraron impresionados al ver la forma en la que se generaron los fractales clásicos en la computadora, el triángulo de Sierpinski y el Copo de Nieve fueron representados a través de un programa donde ellos solo debían introducir el número de iteraciones con las que deseaban dibujar la figura. También se explicaron las funciones implícitas en el algoritmo para que los estudiantes fueran conscientes de la importancia de las matemáticas en la computación.

Se les explico que para hacer este tipo de programas es necesario aprender ciertos conceptos de la matemática y la computación. Muchos de ellos expresaron su interés por profundizar en este tema y están dispuestos a hacerlo en sus carreras profesionales.

Se mostraron mucho más interesados en el programa para generar peinados con trenzas, pues este es mucho más elaborado y requiere de muchos más datos que deben ser suministrados por quien desee dibujar. Todos los grupos lograron realizar el ejercicio que consistía en escoger un peinado y representarlo como fractal a través del software **Cornrow Curves**, el cual es muy didáctico y disfrutaron mucho durante el proceso.

Fue muy interesante para los estudiantes ver que las trenzas se podían representar como un fractal en la computación. Uno de ellos dijo que las peinaras del municipio deberían trabajar con este programa, pues así podrían mostrarle a los clientes como quedarían sus peinados antes de hacerlos y darles libertad para escoger.

Surgieron muchas preguntas de otros aspectos del entorno que se podían representar en el computador como plantas, juegos, artesanías entre otros. Lo cual da cuenta de su interés por profundizar en el tema.

A pesar que la Institución Educativa no cuenta con una sala de sistemas moderna que permita realizar este tipo de actividades sin mayores contratiempos, logramos llevar a cabo el taller con las herramientas que teníamos a la mano, y fue de mucho agrado para los estudiantes.

## **RESULTADOS MATEMÁTICOS:**

### **TRANSFORMACIÓN ITERATIVA**

*La idea fundamental de un proceso iterativo consiste en lo siguiente: dado uno o varios valores iniciales, se introducen en una transformaciones (fórmulas), llamada transformación iterativa, la cual podemos imaginar como una máquina que transforma un valor inicial o varios valores iniciales en otro, llamado resultado, el cual pasa a ser considerado como parte de nuevos valores iniciales o un nuevo valor inicial para el proceso iterativo. Un ejemplo sencillo es dado por la sucesión de Fibonacci **1 , 1 , 2 , 3 , 5 , 8 , ...***

*la cual se obtiene considerando los valores iniciales  $x_1=1$ ,  $x_2=1$ ,  $x_{n+1}=x_n+x_{n-1}$  para  $n \geq 1$ , así los valores que se obtienen para los primeros elementos de la sucesión de Fibonacci son:*

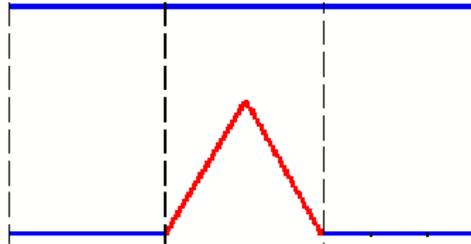
$$\begin{aligned}x_2 &= x_1 + x_0 = 1 + 1 = 2 \\x_3 &= x_2 + x_1 = 2 + 1 = 3 \\x_4 &= x_3 + x_2 = 3 + 2 = 5 \\x_5 &= x_4 + x_3 = 5 + 3 = 8 \\&\vdots\end{aligned}$$

*La transformación puede venir expresada por fórmulas o por una serie de pasos a ejecutar en cada etapa de la iteración. Para ilustrar esta última posibilidad veamos un ejemplo.*

*1. Consideremos un segmento de recta, el cual para comenzar lo consideramos de longitud 1 (esto no constituye ninguna restricción.)*

2. Reemplace el segmento inicial por cuatro segmentos de recta cada uno de longitud  $1/3$  de la longitud del segmento inicial, como muestra la figura

Obtenemos así una poligonal formada por cuatro segmentos de longitud  $1/3$ , por lo tanto la longitud de la poligonal es  $4/3$ .<sup>10</sup>



Fuente: Fractales (Amir 2006)

#### 7.4 CUARTO TALLER: PEINADORAS EN EL AULA

Unos de los objetivos de la etnoeducación es lograr llevar al aula de clase las vivencias cotidianas de la población, aprovechando la realidad del contexto para acercar a los estudiantes al conocimiento. Esto quisimos hacer con la práctica de los peinados en Villa Rica, llevando a una peinadora profesional del municipio para que los estudiantes pudieran relacionar lo trabajado hasta el momento con la realidad. Logramos llevar a la mejor peinadora de País según los criterios del concurso de peinados afro “**TEJIENDO ESPERANZAS**” el cual se realiza cada año en la ciudad de Cali y en el cual nuestra invitada, la señora **EVEDILDE VILLALOBOS FORY** ya es Pentacampeona Nacional. Aprovechamos que esta señora es vecina del municipio de Villa Rica, lo cual facilitó llevarla ante los estudiantes, a los cuales pudo mostrarles su trabajo.

El taller consistía en:

3. Observar a la peinadora mientras peinaba a una de las estudiantes
4. Identificar en el peinado el fractal que se generaba y traducirlo en sus cuadernos

---

<sup>10</sup> Tomado de: Suarez, I, M.; Acevedo, M. & Huertas, C. (2009). Introducción a los procesos infinitos y fractales. P.1, 2. Departamento de Matemáticas y C.C. Universidad de Santiago de Chile.

## RESULTADOS

Foto 7-5



Tomada por: Jorge Vallecilla

La peinadora expuso a los estudiantes lo que para ella es la importancia de los peinados con trenzas, asegurando que hacen parte de la identidad cultural afrocolombiana y que resultan perfectos para adornar la belleza de la etnia. Además de explicar que la cabeza se convierte en un lienzo donde se puede dibujar trenzas con tanta libertad como nos lo permita nuestro pensamiento.

Estuvieron muy atentos al proceso realizado por la peinadora, la cual escogió un modelo relativamente sencillo para desarrollarlo durante el taller.

Logramos que los estudiantes plasmaran en el papel una realidad, algo que logran ver físicamente pero que esta vez lo traducen en sus cuadernos con lo que hemos aprendido de fractales hasta el momento. A partir de la observación de los peinados en vivo, lograron representar en sus cuadernos las trenzas como un ejemplo de fractal en la naturaleza.

Un grupo de estudiantes lograron representar los peinados de una manera muy diferente a la propuesta por el docente, lo cual demuestra su interés y habilidad de proponer nuevas formas para desarrollar lo que se aprende en la clase.

Foto 7-6



Tomada por: Jorge Vallecilla

Se evidencia lo permeada que ha sido la cultura del municipio, especialmente en lo estético, pues la configuración occidental de belleza hace que la mayoría de niñas reconozcan las trenzas como uno de sus peinados favoritos pero el porcentaje de niñas que la usan no es muy significativo. Pues algunas jóvenes aprecian las trenzas pero no las apropian. Es decir, que valoran su existencia pero no consideran que sean apropiadas para el uso personal. Lo cual representa según algunos expertos en etnicidad falta de identidad. Sopena de ello las que deciden usarlas orgullosamente representan más del 80% y 6 de ellas expresaron saber elaborar las trenzas

Debido a que en esta sección los estudiantes tuvieron la oportunidad de actuar de manera más abierta, esto permitió que se generaran pequeños subgrupos que en algunas ocasiones no se concentraron en las generalidades de la clase. Lo cual considero que debe corregirse en una réplica del ejercicio.

## RESULTADOS MATEMÁTICOS

### Dimensión fractal:

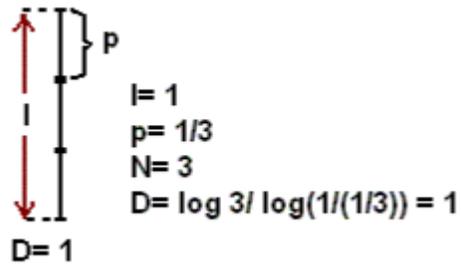
$$D = \log N / \log(l / p)$$

Dónde:

**D** = Dimensión Fractal

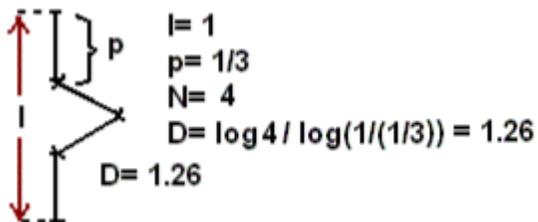
$N$  = Cantidad de unidades que forman el objeto  
 $l$  = "Altura" del objeto (proyección)  
 $p$  = "Altura" de las unidades que forman el objeto

¿Porque una recta no es un fractal?



La dimensión de Hausdorff es igual a su dimensión topológica

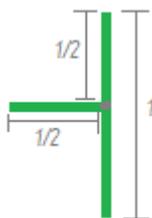
El copo de nieve de koch



Su dimensión topología es menor que su dimensión fractal

Calculo de la dimensión fractal para la trenza

$N = 3$   
 $l = 1$   
 $p = 1/2$



$$D = \log 3 / \log(1 / \frac{1}{2}) = \log 3 / \log 2 = 1.584962$$

## 7.5 QUINTO TALLER: FRACTALES EN LA NATURALEZA

La teoría fractal surge por la necesidad de encontrar una geometría que responda a las características de la naturaleza, sus irregularidades, que no pueden ser modeladas con la geometría convencional.

El profesor Ron Eglash en su libro AFRICAN FRACTALS, describe una cantidad considerable de fractales en el contexto africano, lo cual nos motivó a llevar a los estudiantes a un espacio natural, en este caso la zona agropecuaria de la Institución Educativa e invitarlos a identificar fractales según sus criterios desarrollados durante los talleres anteriores.

Cada uno de los estudiantes debía encontrar una especie en la naturaleza, donde ellos consideraran que según su forma podía ser representada como un fractal. Sus criterios se basaban particularmente en figuras repetitivas y que las partes se parecieran al todo. El taller fue desarrollado de la siguiente manera:

1. Los estudiantes fueron llevados a la zona agropecuaria y se realizó un paseo por el sendero ecológico
2. Cada estudiante identificó por lo menos una especie donde consideraban que según su figura representaban un fractal en la naturaleza.
3. Finalmente hicimos una rueda donde reflexionamos sobre nuestro proceso

**Foto 7-7**



Tomada por: Jorge Vallecilla

## **RESULTADOS**

Los estudiantes lograron identificar con facilidad ejemplos de fractales en la naturaleza tales como: hojas, flores, frutos, entre otros. Se concentraron en especies que en su forma se representen con estructuras repetitivas y que a pesar de tomar pequeños trozos de la figura no representa cambios en su forma general.

**Foto 7-8**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Cada uno realizó la presentación ante el resto del grupo de los fractales encontrados, muy orgullosos de su trabajo algunos se jactaban pues argumentaban que sus fractales eran más bonitos ya fuese por su forma, color o tamaño y todos querían que se le tomara una fotografía a su fractal. Plasmaron en un papel cada uno de ellos y explicaron porque representaban un fractal en la naturaleza.

Los estudiantes no requirieron de una explicación adicional para pasar a identificar los fractales en la naturaleza. Ellos expresaron que después de las clases se encuentran con fractales en muchas ocasiones, pues el hecho de conocer sobre la noción de fractal logran identificar con facilidad muchos de ellos en su vida cotidiana.

**Foto 7-9**



Tomada por: Jorge Vallecilla

Cabe resaltar lo divertido de la clase y la libertad con la que se sintieron los estudiantes, llevarlos a espacio abierto es importante para ellos, pues estar fuera de esa estructura magistral en la que están acostumbrados a recibir sus clases, les permite, según ellos, sentirse más cómodos y expresar con libertad sus ideas

Finalmente siento que este tipo de estrategias pedagógicas son importantes para los estudiantes pues les permite relacionar su espacio socio-cultural con los conocimientos adquiridos en la escuela, los invita a proponer según sus propias deducciones sobre el contexto en relación con las teorías que se enseñan en la academia.

Vale decir que es necesario trabajar la educación ambiental, es decir fomentar en los estudiantes sentido de pertenencia y respeto por la naturaleza, pues en algunas ocasiones hubo un trato adecuado con las plantas. Los senderos de la parcela de la institución no se encuentran bien definidos, lo cual no permite hacer el uso correcto de la zona agropecuaria de la institución.

## 8. CONCLUSIONES

*“Por la ignorancia se desciende a la servidumbre,  
por la educación se asciende a la libertad”.*

**Diego Luís Córdoba**

Quise iniciar recordando a Diego Luís Córdoba, que fue un hombre ejemplar preocupado por el desarrollo de nuestro país, el cual incursionó en la política a pesar de todas las dificultades generadas por su condición racial, resistió todo el racismo producido por las instituciones políticas del estado y logro a pesar de todo ser representante a la cámara, senador y embajador de Colombia en México. Una hoja de vida admirable y al recordarlo es inevitable citar la frase de arriba porque siempre insistió en que la educación era el único camino por el cual el pueblo afrocolombiano podría llegar a la libertad.

Pero si bien la educación es el pasaporte para llegar a la libertad, no es cualquier tipo de educación la que nos permitirá conseguirlo. Nuestra gente necesita de una educación empoderante, que nos enseñe amar lo propio y respetar la diferente, que promueva la creación y el descubrimiento de otros mundos a partir del encuentro entre culturas, entre formas de hacer y sentir particulares de cada comunidad. Esto permitirá el crecimiento como país, una educación que potencialice las particularidades de cada individuo y de cada comunidad, es la única manera en la que podremos llevar a todas las personas a la mejor versión de sí mismas.

Este es el llamado que hago porque cada vez que entro a una institución educativa, lo que siento es que lo que menos preocupa es el desarrollo pleno del individuo, lo que percibo es que se cumple con un programa sin detenerse en lo que el estudiante realmente quiere y esto es quizás la razón principal de su bajo rendimiento. Pues muchos de ellos no sienten que los planes de las instituciones vayan acorde con sus sueños.

Presento mis excusas a los docentes que se sientan incomodos con mis comentarios, pero a lo que quiero llegar no es a determinar culpables. Porque reconozco el compromiso y la entrega de muchos docentes y directivos docentes, inclusive de muchos estudiantes que intentan trascender a pesar de las condiciones. Sino que pretendo hacer énfasis en que el sistema educativo que impera en nuestra sociedad está obsoleto, no responde a las necesidades y particularidades del contexto. Y si esto pasa en el concierto nacional, ni que decir con la educación que reciben los pueblos étnicos, donde sus prácticas son tan particulares, donde el modo de percibir el mundo es tan diferente a las del resto de

la sociedad. Es este el caso de la población afrocolombiana y por el objetivo del proyecto particularizamos la población del Norte del Departamento del Cauca donde las formas de vida son totalmente e increíblemente distintas a las del interior del país.

Por este motivo cobra sentido nuestra intervención a través del proyecto denominado: **FORTALECIMIENTO ETNOEDUCATIVO DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES: LA NOCIÓN DE FRACTAL Y SU RELACIÓN CON LA CULTURA AFROCOLOMBIANA DE VILLA RICA**. Desde donde logramos impactar a un grupo de 26 estudiantes del grado once, con una propuesta etnoeducativa a través de la cual logramos acercarlos a la teoría fractal pero no de cualquier manera, sino precisamente respondiendo al llamado que tiene la educación, que es aprovechar el contexto para acercar y extraer conocimiento con los estudiantes y no para los estudiantes conforme lo plantea la etnoeducación. Nuestro objeto principal de estudio fueron las trenzas pues la historia que se teje alrededor de ellas es muy importante para el pueblo afro, lo que representaron en las luchas libertarias se remonta al primer momento en que fueron secuestrados los primeros africanos. Muchas mujeres preocupadas por no saber hacia donde eran llevadas y preocupadas por garantizar su alimentación y la de sus coraciales llevaban adornos con semillas entre sus trenzas, entre los cuales se encuentra el **Guandul** este gesto constituyo una verdadera muestra de resistencia y lucha por la sobrevivencia del pueblo Africano en América. Una vez esclavizados y en territorio americano, muchos Africanos y descendientes de Africanos estaban dispuestos a escapar o morir en el intento, para lo cual empezaron a diseñar diferentes estrategias que les permitiera conseguir su libertad, utilizaban lenguajes de comunicación como el tambor que representa el lenguaje universal de África; pero algo que me llama mucho la atención es la utilización de las trenzas como lenguaje de comunicación. Cuando las mujeres salían a laborar, aprovechaban para observar con detenimiento los caminos y características del terreno y luego cuando regresaban peinaban alas más pequeñas y dibujaban allí diferentes códigos que los hombre esclavizados que trabajaban en las minas y plantaciones podían identificar y posteriormente utilizar como mapas para su escapa. Estos hombres eran denominados como **Cimarrones** por los Esclavistas, una vez escapados constituían pueblos denominados palenques, en Colombia existieron muchos pero el único que se mantiene hasta el momento como pueblo es el **Palenque de San Basilio** en Cartagena.

Esta historia contada a través diferentes estrategias nos permitió aumentar el sentido de pertenencia por lo propio, respetan a sus ancestros y los admiran por su valentía e inteligencia, utilizada en circunstancias tan difíciles para cualquier ser humano. Son conscientes que por sus venas corre sangre de hombres y mujeres héroes de su pueblo y saben que están llamados hacer aportes para contribuir al

desarrollo de su comunidad que con tanto esfuerzo construyeron sus ancestros. Es bonito y muy agradable escuchar de adolescentes ese sentido de orgullo por su etnicidad, expresado a través de frases tales como que “si nuestros ancestros lograron sobrevivir y trascender en situación tan inhumanas, entonces nosotros podemos dar mucho con las nuevas condiciones” las cuales ofrecen más oportunidades, y a pesar de la presencia del racismo, los afrocolombianos han logrado trascender en muchos campos.

Llevar al aula de clase un contenido cultural en un área diferente al de las ciencias sociales constituye un aspecto novedoso para los estudiantes, no habían recibido información que relacionara las matemáticas con el conocimiento ancestral de los pueblos africanos y descendientes de África, lo cual generó una ruptura con la percepción occidentalista que atribuye los descubrimientos y conocimientos matemáticos occidentales. Ahora son conscientes que entre sus ancestros hay científicos, matemáticos, astrónomos, filósofos, arquitectos, entre otros campos donde han incursionado los africanos y su descendencia. Trabajamos para derribar esa percepción de que los afros solo son buenos en los Deportes, la música y el baile, pues discutimos acerca de referentes históricos que han hecho grandes contribuciones a la humanidad.

Trabajar la matemática desde esta perspectiva rompe con lo tradicional y permite que en primera medida los estudiantes no la perciban como la materia difícil para la mayoría, lo cual permite que el joven se abra y pueda expresar sus ideas con libertad.

Reflexión:

Si bien hoy en día el señor Benoit Mandelbrot es conocido como el padre de la geometría fractal, sus reflexiones para llegar al desarrollo de su teoría han permanecido en muchas culturas y en particular en las culturas afrodescendientes. En nuestro primer taller quisimos traer a colación la historia del uso de los peinados con trenzas para revivir su uso como estrategia de escape, en el cual las peñadoras diseñaban en las cabezas de las más pequeñas los mapas de fuga, para que los hombres esclavizados los grabaran en sus mentes y así tener las rutas de escape.

Con estas dos experiencias quiero relatar lo que para mí encierra uno de los aspectos más importantes de este trabajo, radica en que la riqueza cultural de un grupo étnico como el de los afrocolombianos es muy importante para su desarrollo, pues con una orientación adecuada se puede llegar a obtener resultados importantes en el desarrollo de la ciencia.

Mandelbrot inició su reflexión con el deseo de medir la Costa de Gran Bretaña y su

análisis lo llevo a desarrollos importantes en la geometría fractal, por otro lado las mujeres afro esclavizadas se preguntaban ¿Cómo medir y representar el territorio? De tal manera que sus compañeros cimarrones las pudieran interpretar fácilmente y el resultado de ello fue que lo pudieron representar mediante los peinados con trenzas.

Lo que pretendo con esta reflexión es señalar que los avances científicos surgen de las necesidades de una persona o grupo de personas por transformar un estado actual, y mientras sigamos insistiendo en **dictar** la clase será muy difícil que el estudiante apropie las teorías lo que le permitirá relacionarla con las herramientas que encuentre en su espacio de vida; en lugar de copiarlas lo cual solo le sirve para repetir tal como lo aprendió.

Finalmente quiero decir que la experiencia ha sido inolvidable, que más que cualquier aporte hecho a los estudiantes, yo me llevo la mayor parte pues compartí con un buen grupo con las particularidades propias de sus edades pero que estuvo presto a participar y aportar desde donde cada uno podía. Es de valorar el aporte a la etnoeducación y espero que la Institución la logre transversalizar en sus políticas educativas.

Foto 8-1



Tomada por: Jorge Vallecilla

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. RESTREPO C. J. (2007). Teoría del Caos: Sistemas Dinámicos y Series del Tiempo. Popayán, Colombia. Editorial Restrepo Saavedra Carlos Julio.
2. MANDELBROT B. (1993). Los Objetos Fractales: Forma, Azar y Dimensión. Tercera Edición. Barcelona. Tusquets Editores S.A.
3. RUBIANO G. (2009). Iteración y Fractales (Con Mathematica). Bogota, Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
4. EGLASH R. (1999). African Fractals: Modern Computing and Indigenous Design. Editorial Rutgers University Press
5. ROSA M, CLARK D. (2005). Las Raíces Históricas del Programa Etnomatemáticas. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Vol. 8 Numero 003. (Pág. 363-377). Distrito Federal, Mexico
6. AROCA A. (2007). Una Propuesta de Enseñanza de Geometría desde una perspectiva Cultural. Caso de estudio: Comunidad Indígena Ika – Sierra Nevada de Santa Marta. Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía. Santiago de Cali.
7. AROCA A. Una experiencia de formación docente en Etnomatemáticas: estudiantes afro descendientes del Puerto de Buenaventura. Horizontes, v. 28, n.1, p.87-95, jan./jun. 2010. Colombia.
8. GERDES P. & DJEBBAR A. Mathematics in African History and Cultures: An Annotated Bibliography. African Mathematical Union Commission on the History of Mathematics in Africa (AMUCHMA).
9. BLANCO H. La integración de la etnomatemática en la etnoeducación. Universidad de Nariño. Encuentro Colombiano de Matemática Educativa
10. GERAL. E. (1990). Measure, Topology and Fractal Geometry. Editorial Board. New York.
11. POWELL A., FRANKENSTEIN M.(1997). Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in Mathematics Education. Editorial State University of New York
12. ESTRADA W. F. (2004). Geometría Fractal: Conceptos y Procedimientos para la construcción de fractales. Ediciones Magisterio. Bogotá-Colombia
13. GARCES D. (2009). Desafíos y Tensiones sobre la formación de etnoeducadores afrocolombianos. Foro Etnicidad y Desarrollo Integral en Buenaventura. Universidad del Pacífico.

14. GARCES D. (2008). Tensiones entre el desarrollo curricular del sistema educativo colombiano y el proceso de construcción cultural afrocolombiana. II FORO INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR INCLUSIVA. Poblaciones indígenas y afrocolombianas. Bogotá, D. C.
15. CAICEDO J. A. (2011). En: La Catedra de estudios Afrocolombianos Como proceso diasporico en la escuela. pág. 9-21. Pedagogía y Saberes No. 34. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Educación. 2011, pp. 9 – 21
16. SUAREZ I. M.; ACEVEDO M. y HUERTAS C. (2009). Etnomatemática, Educación Matemática e Invidencia. Pág. 18-51. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 2(2).

**Anexo A: LISTADO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON EN LOS TALLERES**

<b>INSTITUCION EDUCATIVA TECNICO SENON FABIO VILLEGAS GRADO ONCE-C 2014</b>			
<b>No.</b>	<b>APELLIDOS</b>	<b>NOMBRES</b>	<b>EDAD</b>
1	APONZA GAMBOA	XIOMARA	15
2	BALLESTEROS LEON	EDGAR STIVEN	15
3	BANGUERO BALANTA	WENDY ROXANA	15
4	BOLAÑOS CARABALI	LINA YAJAIRA	15
5	CAMACHO MINA	SMITH	15
6	CARABALI VALENCIA	ANDRES FELIPE	15
7	CHOCO CARABALI	DANIEL MATEO	16
8	CUASPA CARVAJAL	SAMMY ALEJANDRO	14
9	CUASPA DIAZ	ANDRES FELIPE	15
10	GAMBOA DIAZ	JORDAN FELIPE	17
11	GODOY MINA	NATHALY	15
12	JAJOY CASTAÑO	MARYANI PAOLA	15
13	LAURIDO BALLESTEROS	CESAR AUGUSTO	15
14	LUCUMI MORENO	PAULA ANDREA	15
15	MACHADO COLLAZOS	ANNIE CAROLINA	15
16	MELO DIAZ	YASMIN ADRIANA	16
17	NAZARI BONILLA	GINETH	15
18	PLAZA SADOVAL	ANDRES FELIPE	16
19	POSU ESCOBAR	JASON ANDRE	15
20	SAA GARCIA	JUAN DAVID	15
21	SAMBONI SAMBONI	YADIRA	18
22	SINISTERRA GARCIA	KAREN DAYANA	16
23	TOBAR MAMIAN	LEYDI LORENA	15
24	TORRES BOTINA	NATALIA	15
25	TORRES ESCOBAR	LORENA TATIANA	15
26	VASQUEZ BANGUERO	ALIXON	16
27	VALLECILLA	ANGELA MARIA	15
28	VIDAL	ANGIE PAOLA	15

Anexo B: **VIDEO DE SISTEMATIZACIÓN**