

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**LICENCIATURA EN FÍSICA**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR HABILIDADES CIENTÍFICAS  
EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO, CON EL ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LAS  
GALAXIAS Y LA NOCIÓN DE FRACTALES**

**CARLOS ANDRÉS RAMÍREZ GONZÁLEZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS  
CIENCIAS, ENFOQUES DIDÁCTICOS**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**MAYO 2021**

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR HABILIDADES CIENTÍFICAS  
EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO, CON EL ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LAS  
GALAXIAS Y LA NOCIÓN DE FRACTALES

CARLOS ANDRÉS RAMÍREZ GONZÁLEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA

ASESOR

RONAL ENRIQUE CALLEJAS ARÉVALO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS  
CIENCIAS, ENFOQUES DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ, MAYO 2021.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo I .....	3
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>1.1.1. Pregunta de investigación</b> .....	5
<b>1.2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS</b> .....	5
<b>1.2.1. Objetivo General</b> .....	5
<b>1.2.2. Objetivos Específicos</b> .....	5
<b>1.3. JUSTIFICACION</b> .....	6
<b>1.4. ANTECEDENTES</b> .....	8
<b>1.4.1 Antecedentes locales</b> .....	8
<b>1.4.2 Antecedentes nacionales</b> .....	8
<b>1.4.3 Antecedentes internacionales</b> .....	9
Capítulo II .....	10
<b>2.1. MARCO REFERENCIAL</b> .....	10
<b>2.1.1. Marco Disciplinar</b> .....	10
<b>2.1.1.1. Historia del concepto de Galaxia</b> .....	10
<b>2.1.1.2. Definición de galaxia</b> .....	11
<b>2.1.1.3. Interpretación de las galaxias según Hubble</b> .....	14
<b>2.1.1.4. Ordenamiento galáctico según Hubble</b> .....	15
<b>2.1.1.5. Fractales</b> .....	19
<b>2.1.1.6. Recorrido histórico de los fractales</b> .....	20
<b>2.1.1.7. Definición actual de los fractales</b> .....	23
<b>2.1.1.8. Dimensión Hausdorff o fractal</b> .....	25
<b>2.1.2.1. Habilidad</b> .....	29
<b>2.1.2.2. Lo Científico</b> .....	30
<b>2.1.2.3. ¿Qué se entiende por habilidad científica?</b> .....	31
<b>2.1.2.4. Observación</b> .....	32
<b>2.1.2.5. Análisis</b> .....	33

2.1.2.6. <i>Argumentación</i> .....	34
2.1.2.7. <i>Enseñanza de las habilidades científicas en las ciencias y su óptimo aprendizaje</i> ..	35
2.3. Marco Metodológico .....	37
2.3.1. Tipo de Investigación .....	37
Capítulo III .....	38
3.1. Estrategia Didáctica .....	38
3.1.1. Ejes de la estrategia .....	38
3.1.1.1. <i>Eje conceptual</i> .....	38
3.1.1.2. <i>Eje pedagógico</i> .....	39
3.1.1.3 <i>Eje didáctico</i> .....	39
3.2. Descripción de la población.....	41
3.3. Estructura de la estrategia .....	41
3.3.1. Fases de la estrategia .....	42
3.3.2 Momentos de Fase .....	42
Capítulo IV.....	49
Conclusiones y recomendaciones .....	49
4.1. Conclusiones .....	49
4.2. Recomendaciones y sugerencias .....	50
Referencias bibliográficas .....	52
ANEXO .....	55

## Cartilla

*El presente trabajo quiero dedicarlo primeramente a DIOS por permitirme culminar esta etapa esencial en mi vida, poniéndome en el camino seres profesionales en su hacer y quehacer. A mi padre, Pablo Antonio Fajardo que goza en el cielo, le agradezco su enseñanza y la disciplina inculcada para afrontar cada desafío de la vida; al profesor Ronal Enrique Callejas porque me mostró que la transformación de una sociedad se moldea desde la escuela y que, sin importar la situación en la que nos encontremos, se debe tomar siempre lo bueno y descartar lo malo. A mi mamá Ana Rodríguez, Doris Fajardo, Paula Ávila, Idelda Ramírez, Yesid Ramírez, Yolanda Fajardo, María Benilda, Andrea Jiménez y Juan Moreno, los cuales, han sido la sombrilla en momentos de tempestad.*

*“Un maestro es una brújula que activa los imanes de la curiosidad, el conocimiento y la sabiduría en los alumnos”.*

*Ever Garrison*

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo da muestra del diseño y construcción de una propuesta didáctica desde el desarrollo de las habilidades científicas, el análisis de las galaxias y la relación que existe con los fractales lineales; si bien, el progreso de esta planeación constituye una meta fundamental desde lo personal, se pone al servicio colectivo como una herramienta de acercamiento desde una nueva perspectiva, la cual servirá de apoyo al área de ciencias naturales del Colegio José Manuel Restrepo.

Entender el mundo que nos rodea es muy útil, tanto en el ámbito científico como en la vida diaria; sin embargo, a ciencia cierta, nunca queda claro cuál es el mejor camino para lograrlo. Por ejemplo, centrar nuestra atención a cierto tipo de regularidad no muy común en la naturaleza como los fractales, origina en nosotros interrogantes de cómo podríamos aproximarnos a estos eventos y formas en la naturaleza donde a la geometría clásica (círculos, triángulos, esferas, entre otras) no permite describirlas o modelarlas. Formas como las de las galaxias, invitan a pensar en cuáles son las reglas morfológicas que sigue la naturaleza y hasta donde la geometría clásica permite dar cuenta de ellas; donde quizás la geometría fractal es más certera para lograr entenderlas.

El desarrollo y construcción de este documento se da desde la reflexión diaria como docente, la cual busca la pertinencia y relevancia en el ámbito educativo, buscando con ello, mejorar el desarrollo de las dinámicas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el aula.

Este trabajo investigativo se sustentará en cuatro capítulos:

En el capítulo I, se pormenoriza el cómo desde la práctica pedagógica, en la Institución Educativa Distrital José Manuel Restrepo<sup>1</sup>, se logra un acercamiento a un conjunto de estudiantes desde un ejercicio cualitativo donde se potencializan las habilidades científicas y se permite relacionar los fractales con las morfologías de las galaxias. Desde este panorama se identificaron algunos elementos de gran riqueza sobre los cuales se enfatizaron para esta investigación. A continuación, se esboza el objetivo general y específico; y, por último, se abordan los antecedentes que se relacionan con este trabajo investigativo.

---

<sup>1</sup> De aquí en adelante JMR.

En el capítulo II, se conceptualizan aquellos elementos teóricos que son necesarios para la realización de la propuesta didáctica, lo que conlleva desde lo disciplinar a responder a los siguientes interrogantes: ¿Qué son las galaxias?, partes, características, morfología, clasificación y criterios que permiten clasificarlas desde su forma. Desde los fractales se argumenta: ¿Qué son?, características como dimensión, autosimilitud, proporcionalidad, topología y morfología. Así mismo, desde el ámbito pedagógico, se da resolución a lo relacionado con las habilidades científicas, respondiendo a: ¿A qué nos referimos con habilidad científica?, ¿Cómo se caracterizan?, importancia en la enseñanza de las ciencias, ¿Cuál es el papel que juega en la formación científica en la enseñanza de las ciencias? y, por último, la relevancia en este trabajo investigativo.

El Capítulo III se plantea la construcción de la propuesta didáctica con la cual se responderá al objetivo principal de la investigación, del cómo fortalecer el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de séptimo del colegio JMR, desde una acción didáctica que aborde la morfología de las galaxias y la noción de fractales lineales. Dicha propuesta, se cimienta a partir de tres elementos: las habilidades científicas como punto a alcanzar, el material didáctico como el generador problemático del conocimiento científico y la pregunta problema como pieza conductora y focalizadora para el fortalecimiento de las habilidades científicas.

Finalmente, el capítulo IV se expone el análisis, las discusiones de los resultados y las conclusiones de orden conceptual, metodológico y didáctico de la investigación.

## Capítulo I

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación, emerge del proceso de Práctica Pedagógica en la Institución Educativa Distrital José Manuel Restrepo (JMR), que tiene como Proyecto Institucional (PEI) “el fortalecimiento de las competencias tecnológicas y científicas de los estudiantes desde el modelo STEM”; un enfoque interdisciplinario para el aprendizaje que remueve las barreras tradicionales de las cuatro disciplinas: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, integrando en las actividades la mayor variedad de áreas del currículo; con lo que la institución busca atender a los propósitos ministeriales del MEN (Ministerio de Educación Nacional de Colombia), para fortalecer en los estudiantes competencias científicas mediante el desarrollo de saberes y habilidades científicas, que les permita aproximarse al conocimiento de la misma forma en la que lo hacen los científicos.

Dentro de estas dinámicas institucionales están las desarrolladas en la clase de física, espacio donde se realizó el proceso de práctica, específicamente en los espacios dirigidos a estudiantes de grado séptimo. Este proceso permitió evidenciar algunos elementos referidos a los intereses institucionales desde la clase de física, que motivaron la presente investigación; y se presentan a continuación:

La clase de física para grado séptimo busca abordar y desarrollar conceptos y elementos básicos de la astronomía, dentro de los cuales se encuentra el concepto de galaxia, sus características, tipos y clasificaciones; estos últimos, específicamente desde la secuencia Hubble; donde se presenta un ordenamiento y agrupación bajo criterios geométricos relacionados con la forma; intentando generar espacios de aprendizaje interdisciplinarios desde la física y la geometría, con el ánimo de dinamizar el propósito institucional del colegio desde una transversalidad entre asignaturas. Donde se evidenció que, al abordar la morfología de las galaxias, los estudiantes manifiestan un interés por conocer sí desde la astronomía se ha identificado algún patrón geométrico que determine la forma que se observa en las galaxias; como ocurren con algunas estructuras en la naturaleza donde se pueden determinar patrones que se repiten en diferentes escalas; referenciando ejemplos como la estructura de los helechos, el sistema nervioso o los rayos; generando con ello que el docente abra un

espacio en la clase para proponer una actividad, donde los estudiantes deben realizar una observación de imágenes fotográficas de galaxias, desde las cuales deben determinar de ser posible un posible patrón geométrico que se repita en la forma de las galaxias; luego a que lo socialicen y discutan con el grupo, de modo logren establecer en colectivo la posible existencia, o no, de un patrón que determine la forma de las galaxias, antes de abordar los argumentos que se han establecido desde la astronomía sobre la morfología de las galaxias, con el propósito de contrastarlos con las conclusiones a las que llegan los estudiantes.

El propósito del maestro con esta actividad, es responder al interés de los estudiantes por conocer si existen patrones geométricos que definan la estructura de las galaxias; dado que paralelamente en el curso de geometría estos se encuentran trabajando nociones de geometría fractal, donde abordan algunas estructuras de este tipo que están presentes en la naturaleza; situación que se ha convertido en una oportunidad para generar actividades que posibiliten el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, tales como la observación, el análisis y la argumentación, desde un desarrollo interdisciplinar, entre la física y la geometría, que aporta al propósito del Proyecto Institucional. Sin embargo, luego de una revisión a las actividades propuestas por el docente titular, quien daba uso de material audiovisual presente en plataformas y aplicativos de uso gratuito como YouTube y SkyServer, atendiendo con ello al interés de la institución por uso de las TIC, éstas sólo presentan instrucciones orientadas a que los estudiantes realicen puntualmente acciones simples asociadas a la observación, el análisis y la argumentación; donde no se evidencia un propósito claro y estrategias que le apunten al desarrollo de estas habilidades científicas propuestas por el maestro; lo que conlleva a que los estudiantes no cuenten con un proceso que favorezca y aporte al desarrollo de estas habilidades; dado que con el desarrollo de las actividades se evidenció en los estudiantes:

- Procesos poco detallados de observación, limitándose a ver las imágenes de las galaxias y definir su forma; no contaban con acciones o estrategias para la recolección de información; además se observó, que presentan dificultades para obtener información relevante sobre las formas de las galaxias para definir un patrón fractal, por lo tanto, no realizaron acciones para ampliar sus fuentes tanto informativas como fotográficas.

- Falta de estrategias para organizar y relacionar la información que obtenían; insistían en identificar un patrón geométrico, pero este, debería ser evidente a simple vista; por lo tanto, no lograron evidenciar acciones de análisis.
- Presentaron dificultades para establecer razones y elementos significativos para sustentar la existencia o no de un patrón geométrico en la morfología de las galaxias; evidenciaron inseguridad de compartir, socializar y debatir sus argumentos.

### **1.1.1. Pregunta de investigación**

Luego de analizar estos aspectos, surge el presente desarrollo investigativo con la intención de atender la siguiente inquietud en el papel de maestro investigador, que invita a reflexionar desde la didáctica al:

¿Cómo favorecer el desarrollo de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación en los estudiantes de séptimo del colegio JMR, desde una acción didáctica que aborde la morfología de las galaxias y la noción de fractales lineales, que responda el propósito del proyecto institucional del colegio?

## **1.2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Fortalecer las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación en los estudiantes de séptimo del colegio JMR, desde una acción didáctica que aborde la morfología de las galaxias y la noción de fractales lineales.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Establecer el estado de sus habilidades científicas de observación, análisis y argumentación.
- Definir qué son las habilidades científicas y cómo fortalecerlas desde acciones didácticas.
- Definir contenidos y actividades relacionadas con la morfología de las galaxias y los fractales lineales para la realización de la acción didáctica.
- Proponer una acción o estrategia didáctica que permita el fortalecimiento las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación.

### 1.3. JUSTIFICACION

La educación en ciencias naturales y en particular en física, hoy en día intentan responder a las complejas, cambiantes y desafiantes realidades a las que se enfrenta la sociedad actual, esta educación se encamina hacia la comprensión de los comportamientos de la naturaleza, por lo tanto, tiene como propósito la formación de sujetos capaces de comprender el mundo natural, para que puedan desenvolverse en él y respondan a las necesidades de su entorno y aporten en su transformación (MEN, 2004). Desde esta mirada, resulta imperioso que los sujetos cuenten con saberes y habilidades que permitan dicha transformación, para que aborden, desarrollen y formalicen saberes que atiendan al fortalecimiento de las habilidades científicas, para que así mismo los sujetos se formen en observar su entorno, cuestionarse sobre él, buscar respuestas, proponer explicaciones e incluso buscar nuevas formas de comprenderla.

En este sentido, se hace importante reconocer las habilidades científicas como herramientas necesarias para que los estudiantes alcancen comprensiones del mundo natural, desde el quehacer propio de la ciencia y lo científico, con la intención de explicar y predecir los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, esto permitirá una transformación favorable de su entorno (Callejas, 2012). Con ello se pone en evidencia la necesidad e importancia de proponer, diseñar e implementar acciones en la escuela que contribuyan y fortalezcan los propósitos de la formación en ciencias (MEN, 2004). Estos aspectos invitan a pensar en la necesidad e importancia de crear estrategias que aporten al desarrollo de habilidades científicas tales como la observación, el análisis y la argumentación; para formar individuos críticos capaces de observar y recolectar información precisa de su entorno social o natural; de analizar los hechos y de debatir con posturas claras y argumentadas; y así, responder a las diversas y complejas realidades a las que se enfrentan.

Desde esta mirada, se hace justo validar el estudio de la astronomía en las escuelas, pues como lo señaló en el Simposio de Unión Astronómica Internacional (UAI) de 1998, John R. Percy, Doctor en Astronomía, “en un contexto escolar, la astronomía da muestra de un enfoque alternativo al ‘método científico’, un enfoque de la observación frente al teórico, atrae a los jóvenes a estudiar ciencias e ingeniería y puede aumentar el interés público y la comprensión de la ciencia y la tecnología, esto es importante en todos los países, tanto

desarrollados como en desarrollo” (pág. 2-6), que, para este caso, valida el gusto de los estudiantes de grado séptimo de la institución JMR, con quienes se logró observar una especial motivación, curiosidad e interés por el estudio del Universo y sus estructuras, evidenciado por su alta participación y formulación de preguntas referentes a éstos.

Por su parte, el estudio de la geometría fractal brinda una oportunidad para empezar a explorar nuevas formas de describir y modelar algunos comportamientos y formas en la naturaleza, para desarrollar en los sujetos habilidades científicas que los acerque a la comprensión del mundo natural. A finales de la década de los setenta y principios de los ochenta, Benoit Mandelbrot expuso la importancia de reconocer aspectos en los fractales y su geometría, para la concepción e interpretación de algunos eventos y objetos que se encuentran en la naturaleza, este autor indica: "La geometría fractal, cambiará a fondo su visión de las cosas. Seguir leyendo es peligroso. Se arriesga a perder definitivamente la visión inofensiva de las nubes, bosques, galaxias, hojas, flores, rocas, montañas, tapices y otras cosas. Jamás volverá a recuperar las interpretaciones de estos objetos que hasta ahora le eran familiares" (citado por Mittal, 2003, pp. 145-153). Esta nueva opción para describir geoméricamente los fenómenos en la naturaleza, abrió un nuevo panorama en la cosmología para ampliar visión del porqué de las formas que se presentan en el Universo, en las cuales se han logrado observar patrones y formas repetidas a diferentes escalas (Mandelbrot, 1982). Estos elementos invitan a reconocer la importancia que tiene el estudio de la geometría fractal cuando se tiene la intención de explicar las formas presentes en el Universo; abriendo la posibilidad de llevar esta nueva geometría a los diferentes espacios educativos donde se orienta la comprensión de las diversas morfologías observables. Es importante aclarar que, esta nueva geometría en su esencia resulta interdisciplinaria y compleja, plantea elementos descriptivos que favorecen al desarrollo del pensamiento geométrico-espacial en los niños desde un abordaje nocional focalizado desde los fractales lineales (Valdez, 2016).

Resulta pertinente pensar entonces, en la realización de una acción didáctica que posibilite el desarrollo de habilidades científicas, donde se aborde la noción de estructuras fractales; dada su complejidad; y las diferentes formas observables en las galaxias; dirigida a los estudiantes de séptimo grado del colegio JMR, que se interesan por el estudio del Universo, y que además intentan relacionar sus estructuras y formas a través de patrones fractales; aportando de esta

manera a los propósitos de la institución, pues se dinamiza y transversaliza el desarrollo de conceptos propios del área de matemáticas y de ciencias naturales.

La realización de este trabajo investigativo también ofrece una oportunidad que aporta en la reflexión sobre la didáctica de la física, buscando fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos propios de esta disciplina; además que permite al maestro en formación, reflexionar sobre la práctica en el aula, para innovar y mejorar la labor como docente investigador.

#### **1.4. ANTECEDENTES**

Luego de un proceso de indagación sobre referentes que permitieran establecer un estado o perspectivas sobre cómo se están desarrollando habilidades científicas en estudiantes de básica y abordaje en la escuela de la cosmología fractal en las estructuras del Universo, no se logró identificar investigaciones puntuales sobre esto; a pesar de ello, la búsqueda permitió el acercamiento a algunos trabajos desarrollados que permiten hacer un panorama sobre cómo está la investigación en torno al desarrollo de competencias científicas, la geometría fractal en la escuela y cómo llevarla a esta, además de algunos trabajos sobre enseñanza de cosmología fractales en espacios académicos universitarios. A continuación, se presentan los más permitentes para el desarrollo de la investigación.

##### **1.4.1 Antecedentes locales**

- El trabajo investigativo realizado por el Grupo de Investigación biología, enseñanza y realidades, adscrito a la Universidad Pedagógica Nacional, y publicada en el 2006 en la revista TEA de la misma institución con el nombre “¿Qué competencias científicas promovemos en el aula?”, resalta la importancia de la formación científica en las escuelas colombianas y recalca el desarrollo de actitudes y competencias científicas en los jóvenes para promover en ellos la autoconciencia, la toma de decisiones, la postura crítica y propositiva frente a su mundo natural y social.

##### **1.4.2 Antecedentes nacionales**

- El trabajo de grado “la astronomía como recurso de aprendizaje interdisciplinar en la escuela para el grado quinto”, realizado por Gustavo Bocanegra Caro en la Universidad del Tolima, presenta una propuesta donde se pretende implementar la astronomía como recurso interdisciplinar en el aula. Este recurso, se basa en una unidad didáctica donde se implican

los estándares básicos de competencias y su relación con la astronomía en la escuela y la didáctica de la astronomía como recurso de la enseñanza de las matemáticas mediante un modelo descriptivo. La obtención de resultados por medio de la observación de las clases y la revisión de documentos de los estándares básicos de aprendizaje propuestos por Bocanegra, abre una brecha a la hora de hacer una distinción de acuerdo al trabajo investigativo donde se busca plasmar una propuesta de enseñanza desde nociones de la astronomía en la escuela, teniendo en cuenta la importancia que los estudiantes manifiestan por las temáticas y aparte de ello la organización de ideas previas (preconceptos astronómicos), para posteriormente relacionarlos con ciertos fenómenos naturales.

### **1.4.3 Antecedentes internacionales**

- El trabajo realizado en 1999, “Una propuesta didáctica para introducir los conceptos básicos de geometría fractal en niveles de preparatoria”, realizado por William Estrada García y publicado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en México; propone la construcción de fractales clásicos como son el conjunto de Cantor, el triángulo de Sierpinski, la curva de Koch y la caja fractal a estudiantes de preparatoria, correspondientes a grados decimo y undécimo en el sistema educativo colombiano. Esta propuesta permitió introducir el concepto de auto-similitud desde la geometría fractal, además de reforzar los conceptos de área y perímetro, a través del diseño de un conjunto de estrategias y actividades basadas en un enfoque constructivista. Este trabajo investigativo proporciona una perspectiva a la hora de desarrollar estrategias y actividades para la enseñanza de la morfología de las galaxias a través de la geometría fractal, para que los estudiantes logren identificar un patrón aritmético y algebraico a partir de una secuencia geométrica.

Desde este panorama, el trabajo investigativo propone desarrollar habilidades científicas que aborde saberes propios de la ciencia y la geometría; para que los estudiantes de grado séptimo del colegio JMR, sean capaces de argumentar sobre la morfología de las galaxias, desde elementos y nociones básicas de los fractales. Cabe mencionar, que los antecedentes aquí expuestos, abordan las categorías teóricas de manera separada, por lo tanto, es interés de esta investigación que la astronomía, la geometría fractal y las habilidades científicas confluyan en un objeto de estudio.

## Capítulo II

### 2.1. MARCO REFERENCIAL

#### 2.1.1. Marco Disciplinar

El presente aparte del trabajo investigativo exterioriza un abordaje conceptual de aquellos elementos disciplinares a tener en cuenta para el desarrollo de la propuesta; esto con el propósito de tener claridad y rumbo para generar la construcción de la propuesta didáctica.

##### *2.1.1.1. Historia del concepto de Galaxia*

Desde la antigüedad el ser humano se ha visto atraído por el cielo nocturno, sus excentricidades, misterios y enigmas despertando en él la curiosidad; movilizándolo a la construcción de teorías, inicialmente creacionistas, para dar explicaciones, que le faciliten entender y responder, a los comportamientos celestes. Con ello, el ser humano ha fantaseado, explorado e investigado sobre lo que ocurre en éste; inicialmente influenciado por sus creencias o formas de otorgar responsabilidades a deidades, pero con el tiempo ha venido afinando su proceso de observación, pensamiento y conocimiento; siempre con la intención de encontrar más respuestas a esas inquietudes que se le presentan sobre el cielo.

Por ejemplo, los sumerios de quienes se han encontrado los registros más antiguos interesados por el cielo, dejaron en su legado evidencia de procesos de observación mediante el seguimiento de estrellas, llegando a la categorización de las mismas, distinguiéndolas entre estrellas fijas, grupales y solitarias. Así mismo, lograron observar y establecer conjuntos de estrellas que formaban manchas similares a las nubes (Zavala Solano, 2013).

Por su parte, los griegos transmitieron sus aportes en forma de mitos y leyendas, permitiendo enriquecer las interpretaciones sobre el comportamiento celeste, sus explicaciones con las que intentaban dar respuesta a lo que observaban en el firmamento. Para este caso en particular, dieron origen al concepto de galaxia, definiéndolo en aquel momento como un camino de tono blanquecino, formado por la leche escapada del pezón de la diosa Hera, para referirse a las manchas brillantes o nubes resplandecientes descritas por los sumerios; de esta manera, los griegos logran ejemplificar sus contribuciones mediante la narración del origen

de la Vía Láctea o *Gálaktos*. Ésta hace alusión a una aventura amorosa que tuvo Zeus, dios del Olimpo con la mortal Alcmena, de la cual y como fruto de esta aventura amorosa ella termina embarazada; con el tiempo el niño nace y la diosa Hera en venganza, por la traición de su esposo, manda a matar a el niño llamado Heracles (Hércules en latín) sin tener éxito. Una noche mientras Hera dormía, Hermes mensajero de Zeus puso en el pecho de la diosa al niño para que se amamantara, al darse cuenta de lo sucedido, Hera lo despojó de su lado fuertemente, de tal manera que se derramó su leche y se dispersó en el cielo; a partir de este suceso se formó la mancha o camino de tono blanquecino.<sup>2</sup>

La anterior narración generó una concepción o forma de comprender y pensar los orígenes de la galaxia. Siglos después, la civilización romana en su expansionismo por Europa, adaptó en gran parte los mitos y leyendas provenientes de los griegos; cabe resaltar, que, mediante su expansión, fueron atribuyendo nuevos dioses, de acuerdo a las conquistas que realizaban a los diferentes pueblos. De tal manera, el termino *Galaktos*, se modificó del griego al latín en la forma Vía Láctea, y se entendía como camino de leche; designado de esta manera, por su apariencia en el cielo nocturno despejado, dado a que cuando se observaban hacia el horizonte en las noches despejadas, se lograba evidenciar un enorme brazo lechoso que se extendía de lado a lado por el firmamento. Así mismo, la herencia recibida por parte de los griegos, fue la base para que los romanos construyeran un modelo, que explicaran las posiciones de los astros en el pasado y que predijeran sus futuras posiciones.

### ***2.1.1.2. Definición de galaxia***

El desarrollo de la astronomía Renacentista como ciencia, permitiría hacia el siglo XVII, con el perfeccionamiento del telescopio a manos de Galileo Galilei, expandir las ideas sobre las observaciones al cielo nocturno. Galileo plasma sus observaciones en el libro *Sidereus Nuncius* en el cual, considera a las estrellas como puntos de luz, esto permitió apaciguar el gran inconveniente desarrollado por los astrónomos de esa época por hallar el paralelaje estelar, entendido este como la distancia que hay a las estrellas desde la Tierra en las diferentes épocas año. Cabe resaltar, que la Tierra gira alrededor del Sol y debido a esto, las estrellas más cercanas se mueven respecto a las más lejanas. Esta consideración fue basada

---

<sup>2</sup> Narrativa mítica del origen de la Vía Láctea por Andrés Godoy. Tomado y adaptado de: <https://filosofia-cpem18.jimdofree.com/el-ba%C3%BAI-de-los-textos/el-mito-sobre-la-v%C3%ADa-l%C3%A1ctea/>

en las indagaciones de Copérnico y, por lo tanto, su modelo heliocéntrico enmarcaría al Sol como punto fijo, sobre el cual giran los demás cuerpos. (Ros y García, 2015). Galileo llevado por su intriga sobre las aseveraciones de Copérnico, realizó una rotación en el telescopio hacia la banda de la Vía Láctea y descubrió que ésta, poseía un número inimaginable de estrellas tenues, que hasta ese momento se habían considerado invisibles.

Años más tarde, los avances científicos promovidos por Galileo, permitieron a William Herschel en 1785, desarrollar un proyecto capaz de describir la forma del Universo solamente contando el número de estrellas que existía en el espacio, considerando de tal modo al sistema solar el centro del Universo<sup>3</sup>, y a la par, realizaría una deducción donde absolutamente todas las estrellas se hallaban dentro de un mismo disco. Herschel, con sus estudios realizados con el telescopio, logró contemplar y entender la desigualdad de las estrellas en cualquier dirección del cielo, esto le daría una idea clara de cómo estaban constituidas y repartidas realmente las estrellas en el cielo. Mediante su procedimiento estadístico de contar las estrellas en las diferentes direcciones, llegaba a la conclusión que, si contaba pocas estrellas, estaba cerca al borde del Universo. (Ros y García, 2015).

Durante dos siglos, dicha deducción permaneció intacta, hasta que, en el siglo XX, la física astronómica, lograría hallazgos virtuosos sobre la morfología de la galaxia, discutiendo la naturaleza de las nebulosas, las cuales se entendían en ese momento como estructuras espirales, lo cual, mediante la observación, parecían remolinos de nubes de gas en las que solo encontraban estrellas irregularmente diseminadas dentro de la Vía Láctea.

Científicos influyentes como Heber Curtis y Harold Shapley, apoyados en el estudio de William Herschel, postularon sus explicaciones; los argumentos de estos científicos, contrarrestaron y atacaron la postura del otro, creando así dos bandos donde se generó controversias referentes a la naturaleza de las nebulosas, esto permitió reunir diferentes posturas acerca de lo que se desconocía, como por ejemplo el tamaño del Universo y las nebulosas espirales, hoy en día denominadas galaxias. (Pérez Torres , 2020)

Esto puso un alto en el camino y permitió a los científicos, cuestionarse si las nebulosas estaban inmersas en la Vía Láctea o simplemente eran autónomas y aisladas como

---

<sup>3</sup> En el siglo XVI, Nicolás Copérnico publicó un modelo del Universo en el que el Sol (y no la Tierra) estaba en el centro discutido en su obra "De revolutionibus orbium caelestium" que se publicó justo antes de su muerte en 1543.

grandes estructuras similares a la Vía Láctea; todo este gran dilema se incorporó en el gran debate de Shapley-Curtis. (Pérez Torres , 2020)

Por su parte, a Harold Shapley se le dificultaba concebir e imaginar que las nebulosas espirales se pudiesen localizar externamente al espacio celeste, esto suponía que el espacio celeste componía absolutamente el Universo. En relación a este desafío, se le sumó que Heber Curtis manifestaba lo contrario, reanudando el planteamiento de Immanuel Kant en el siglo XVIII sobre “los Universos islas”, en donde las galaxias se encontraban a distancias de miles de años luz, y presentaban características de similitud en cuanto a forma y tamaño. Finalmente, Shapley proponía que las nebulosidades se encontraban inmersas a la Vía Láctea, puesto que no se concebía un tamaño inconmensurable del Universo. Por su parte, Curtis manifestaba que las nebulosidades se encontraban extrínsecas y separadas a la Vía Láctea; cada una de las nebulosidades eran un “Universo isla”. Sin embargo, ambas posturas carecían de suficiente evidencia para poder finiquitar el debate, quedando de tal manera ambos argumentos inconclusos. (Pérez Torres , 2020)

Posteriormente, Edwin Hubble en 1925, analizó las posturas de Shapley y Curtis, pero la que más le concordaba en relación al comportamiento celeste, es la denominada “Universo isla”, que tomó fuerza con el desarrollo de su trabajo investigativo. En resumen, éste describe que las galaxias se encuentran al exterior de la Vía Láctea, del mismo modo, el desarrollo se da producto de su convencimiento en la expansión del Universo. Mediante el cálculo que realizó Hubble desde la Vía Láctea a Andrómeda y a otras nebulosas espirales, logró demostrar que dichas nebulosas se hallaban a millones de kilómetros de la Vía Láctea. Esto permitió contemplar los hallazgos sobre las velocidades de las galaxias y en relación con las distancias de cada una, se podía establecer el continuo alejamiento de las mismas, una en relación de la otra. Esto facultó comprender que eran estructuras semejantes a la Vía Láctea e independientes a las que se les denominó galaxias, de tal modo, que el tamaño del Universo pasó a considerarse mayor al que se imaginaba. Cabe resaltar que cuando se conoce el comportamiento celeste de las estrellas, se puede saber una medida aproximada a la distancia de éstas. Este estudio y análisis, permitió contemplar y clasificar a las galaxias más contiguas que se diferenciaban de otras en cuanto a su morfología, a lo que el investigador Edwin Powell Hubble más adelante denominaría como Secuencia Hubble. (Zavala Solano, 2013)

### ***2.1.1.3. Interpretación de las galaxias según Hubble***

Edwin Hubble, mediante su proceso de observación y análisis, estableció una clasificación de acuerdo con las propiedades observables de las galaxias, esto le permitió contemplar que éstas presentaban una variabilidad en su apariencia, y a partir de esto, se produjo un ordenamiento galáctico de acuerdo con su morfología, denominado Secuencia Hubble. En los años siguientes, Hubble se dio cuenta que las galaxias presentaban características propias, lo cual le permitiría establecer criterios para poderlas definir. Esto condujo a pensar que no solo la forma era esencial como criterio de clasificación, sino que el tamaño también era esencial para ello, convirtiéndose así, como un segundo criterio ya que se contemplaba que las galaxias gigantes poseían un resplandor mayor o igual al de la Vía Láctea, por lo tanto, las galaxias enanas carecían de brillo haciéndose hasta miles de veces menos resplandecientes en relación con nuestra galaxia (Iafrate, 2010).

Un tercer elemento que se convierte en criterio como condición de estado, es el referente a la dinámica de la galaxia; proponiendo dos tipos de galaxias: las activas y las pasivas. Las galaxias activas se caracterizan por generar líneas de emisión luminosa; para ello asume que estas poseen suficiente gas ionizado a altas temperaturas, siendo este un factor de fuente de energía, cuyos espectros están dominados por líneas de emisión, principalmente líneas de Balmer de hidrógeno y de oxígeno ionizado. Por su parte, las galaxias pasivas son un tipo de galaxias situadas en cúmulos galácticos con un elevado desplazamiento al rojo, esto quiere decir, que sus núcleos galácticos presentan menor temperatura de las galaxias activas y hay mayor presencia de polvo estelar. Estas líneas de emisión en los cúmulos galácticos se caracterizan por la presencia de una estructura con una formación estelar muy baja, además que en algunos casos sólo es visible en el infrarrojo, al estar oculto por nubes de polvo interestelar (Bravo, Héctor. Las galaxias Haro. Revista de ciencia, 1950).

De acuerdo con estos criterios propuestos por Hubble, se crean dos grupos de galaxias denominadas galaxias espirales y elípticas. La secuencia incluye un tipo de galaxia intermedia denominada galaxia lenticular, esta secuencia se describe gráficamente a través de un diagrama (Ver Fig1.1). Finalmente, Hubble adicionó otra categoría la cual no cumple con los criterios mencionados, al que denomino galaxia irregular.

#### 2.1.1.4. Ordenamiento galáctico según Hubble

De acuerdo con los criterios descritos por Edwin Hubble, se establece una clasificación a través de un diagrama, como lo muestra la Fig. 1.1.

Se precisa que al lado izquierdo se hallan las galaxias elípticas, las cuales se caracterizan por poseer un brillo poco resplandeciente, y se les denota en el diagrama con la letra E.

A continuación, se le designará con la letra (*n*) minúscula, al grado de excentricidad de las galaxias elípticas. De acuerdo con la Fig. 1.1, este tipo de galaxias inician en (E0) hasta (E7) donde terminan. Lo anterior posibilita comprender que la excentricidad está relacionada con la forma en que se observa, esto quiere decir, que, si se detalla de frente, tiene la apariencia en forma de disco casi redonda, pero si se inclina, ésta tiende a verse de manera elíptica, esto conlleva a clasificarlas de acuerdo al achatamiento que sufran respecto a su nivel de excentricidad, el cual oscila entre  $n=0$  hasta  $n=7$ .

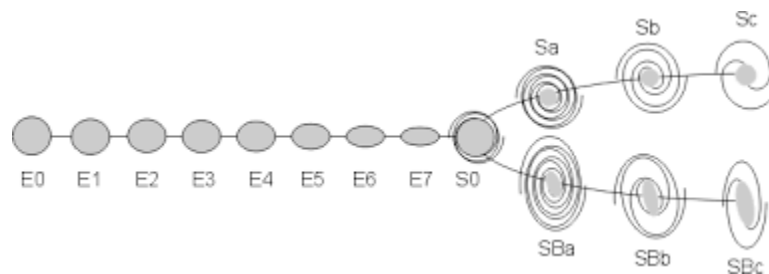


Fig. 1.1. Clasificación morfológica de las galaxias según Hubble.

Recuperado de: <http://www.astronoo.com/es/articulos/secuencia-de-hubble.html>

El nivel de excentricidad se determina como:

$$e = 1 - \frac{b}{a}$$

Determinando  $a$  y  $b$  los semiejes mayor y menor de la elipse. Por lo tanto

$$n = \text{va de } 0 \text{ a } 7 \quad \text{entonces} \quad e = n \left(1 - \frac{b}{a}\right)$$

El nivel de excentricidad aumenta a medida que nos dirigimos hacia la derecha de la Fig. 1.1, como se muestra en las siguientes figuras:

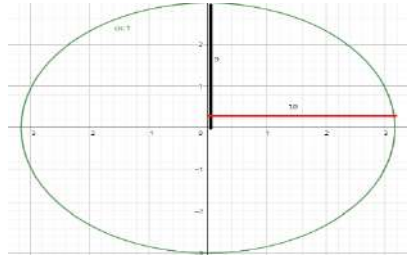


Fig.: 1.2. Elaborada en: <https://www.geogebra.org/graphing?lang=es>. Nivel de excentricidad  $e=0,1$  y  $n=1$ .

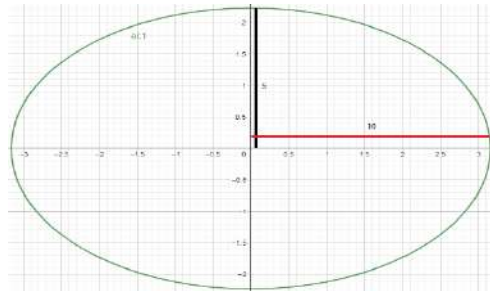


Fig.1.3. Elaborado en: <https://www.geogebra.org/graphing?lang=es>. Nivel de excentricidad  $e=0,5$  y  $n=5$

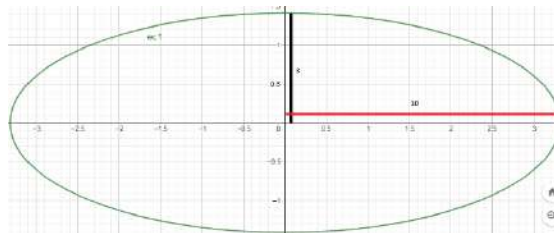


Fig. 1.4. Elaborado en: <https://www.geogebra.org/graphing?lang=es>. Nivel de excentricidad  $e=0,7$  y  $n=7$

Cabe resaltar que las galaxias elípticas presentan una morfología elipsoidal, con achatamiento variante. Su parecido se acerca a las bolas de algodón y su brillo disminuye a medida que se incrementa la distancia de alargamiento con respecto al centro.

Continuando con la secuencia Hubble, observamos que se bifurca el ordenamiento, en la parte superior encontramos a las galaxias espirales las cuales poseen un núcleo central brillante del que parten dos brazos en espiral.

Por su parte las espirales barradas se caracterizan porque los brazos no parten del núcleo sino de una estructura con aspecto de barra. Ambas clases de galaxias, presentan un disco aplanado con una estructura en espiral, comúnmente con dos brazos y una concentración de estrellas conocida como bulbo. Su composición se basa en gas y polvo interestelar. En la

secuencia Hubble las espirales regulares representan la parte superior y se simbolizan con la letra S, y en la parte inferior encontramos las espirales barradas y se simbolizan con las letras SB.

Esta bifurcación permite hablar de una subdivisión de galaxias, como, por ejemplo, las galaxias Sa y SBa, que se caracterizan por poseer un bulbo central brillante y grande y unos brazos espirales muy arremolinados y pocos definidos. Por el contrario, las galaxias Sc y SBc muestran un bulbo mucho más pequeño y débil mientras que los brazos espirales se encuentran mejor definidos. La subdivisión Sb y SBb representa un estadio intermedio. G. Iafate, M. R. (marzo de 2010).

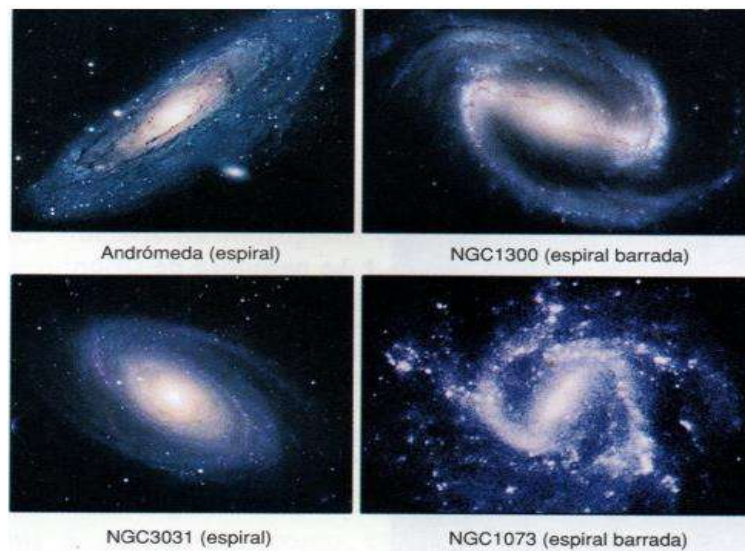


Fig.: 2. Muestra de dos tipos de galaxias barradas y no barradas.

Recuperado de:

[https://www.google.com/search?q=galaxias+elipticas&sxsrf=ALeKk01MPPhZZhX7t4b2iHLXJWrhcgh5mug:1601305963687&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi6qJHJkYzsAhWHwVkJHfHbD58Q\\_AUoAXoECBcQAw&biw=1366&bih=657#imgsrc=Xz4HOYff35IBSM](https://www.google.com/search?q=galaxias+elipticas&sxsrf=ALeKk01MPPhZZhX7t4b2iHLXJWrhcgh5mug:1601305963687&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi6qJHJkYzsAhWHwVkJHfHbD58Q_AUoAXoECBcQAw&biw=1366&bih=657#imgsrc=Xz4HOYff35IBSM)

En la mitad de la secuencia se halla un grupo denominado galaxias lenticulares ver Fig.1.1. y se simbolizan S0. Morfológicamente se componen de un bulbo resplandeciente, parecido al de las galaxias elípticas, bordeado por una configuración similar al de un disco extendido; la forma de estas galaxias consiste en un disco sin brazos con poca materia interestelar, por lo tanto, carecen de brazos espirales. Estas galaxias conforman aproximadamente el 3% de las galaxias en el Universo. Al parecer en su origen eran galaxias espirales que perdieron su

materia interestelar debido a las interacciones gravitatorias con otras galaxias del cúmulo G. Iafrate, M. R. (marzo de 2010).

Por último, nos situamos en un tipo de galaxias peculiares que no encajan en ninguna de las categorías anteriores, denominada galaxias irregulares, dado que, se cree que fueron deformadas por la acción gravitacional de otras galaxias. Se caracterizan por presentar abundante cantidad de polvo y gas. Comúnmente son pequeñas y debido a este factor son propensas a chocar con las grandes galaxias.



*Fig. 2. Galaxias lenticulares. A la derecha encontramos a NCG<sup>4</sup> 5866 y a la izquierda encontramos a NGC 3115.*

*Recuperado de: Noticias y artículos sobre astronomía, astrofísica, física, geofísica y ciencia en general. Viernes, 25 de junio de 2010*



*Fig. 3. Galaxia irregular NGC 1427.*

*Recuperado de: <http://www.pearltrees.com/beum/Universo/id11145070/item108809323>*

---

<sup>4</sup> NGC, son las siglas para hablar del catálogo general de Nebulosas y cúmulos de estrella.

Inicialmente Hubble consideraba que la secuencia correspondía a la evolución de una galaxia, esto quiere decir que comprendía las diferentes formas de las galaxias como fases de vida de una galaxia; sin embargo, luego estableció que su esquema respondía a un ordenamiento galáctico desde la apariencia visual detallado en sus evidencias fotográficas, mas no necesariamente aun desarrollo evolutivo de estas.

Todo este recorrido, nos permite entender que la Secuencia Hubble es sólo un esquema gráfico de clasificación y no corresponde a una secuencia evolutiva de las galaxias a lo largo de su vida. Actualmente, se considera que las galaxias se forman en grandes halos de materia cuya naturaleza todavía nos es desconocida (materia oscura). De tal manera que el gas almacenado en estos halos pierde energía y se colapsa hacia el centro, posteriormente con la conservación del momento angular, crea una estructura en forma de disco como el de la Vía Láctea.

Otra postura, considera que las galaxias se originan a partir de la interacción con otras galaxias. Estas interacciones ocurren cuando están lo suficientemente cerca una galaxia de otra, para sentir recíprocamente los campos gravitacionales. La fuerza que se ejerce entre ambas permite la deformación y, finalmente, dependiendo de la velocidad y órbita de las galaxias, originan una distribución de estrellas con estructura esférica. La compresión del gas durante el proceso de fusión puede causar nuevas formaciones estelares (INAF-Astronomical Observatory of Trieste De Lucia, Gabriella).

Luego de este abordaje y desarrollo teórico se entiende, para este trabajo investigativo, por galaxia a la acumulación de polvo y gas, que contienen millones de estrellas y sistemas solares interactuando por efecto de la fuerza gravitacional; las cuales pueden ser clasificadas morfológicamente como lo propone Hubble, en galaxias espirales, elípticas, irregulares y lenticulares, teniendo como criterios para poder caracterizarlas su tamaño, forma y la dinámica de las mismas.

#### ***2.1.1.5. Fractales***

Morfologías y estructuras como las de los copos de nieve han llamado la atención de las personas, pues presentan cierta regularidad e iteración donde la escala va variando, y la geometría clásica difícilmente permite describirlas o modelarlas. Estas formas son el resultado de reparticiones de estructuras con la misma morfología a diferentes escalas, a estas

formas se les denomina fractales. Los fractales centran la atención de los seres humanos por su excentricidad geométrica, permitiendo detallar la finura de las figuras que las forman y de las cuales la geometría clásica es insuficiente para analizarlas e incluso observarlas. Al comparar la geometría de los fractales con la geometría clásica, se muestra un carácter propio de ésta en la naturaleza. El concepto de fractal, nace en 1924 gracias a Benoit Mandelbrot quien postula:

“Muchos de los patrones de la naturaleza son tan irregulares y fragmentarios, por ende, al compararlos con la geometría euclidiana, muestran no solo un más alto grado, sino un distinto nivel de complejidad. El número de las distintas escalas de extensión de patrones naturales es prácticamente infinito. La existencia de estos patrones nos reta a estudiar esas formas que la geometría euclidiana deja de lado por carecer de forma para investigar, por así decirlo, la morfología de lo amorfo. Respondiendo a este reto, he concebido y desarrollado una nueva geometría de la naturaleza, cuyo uso puede implementarse en diversos campos. Describe muchos de los patrones irregulares a nuestro alrededor, identificando una familia de formas a las que llamaré fractales”. (Pág. 258)

De acuerdo con lo anterior, Mandelbrot intenta plasmar la belleza y lo interesante que llegan a ser las formas irregulares, las cuales presentan un reto en la descripción y el conocimiento sobre la naturaleza, siendo un factor revolucionario a la hora de detallar la reproducción de imágenes.

#### ***2.1.1.6. Recorrido histórico de los fractales***

Antes de ser formalizada en el campo de las matemáticas, la geometría fractal ya se conocía y se trabajaba. Evidencia de ello se presenta en la obra de 1830 “La gran ola de Kanagawa” del artista japonés Katsushika Hokusai, quien intentó representar a través de los fractales, lo infinito de la naturaleza, donde se observa que una ola madre está compuesta por cientos de olas iguales, pero a menor escala.



**La gran ola de Kanagawa, Katsushika Hokusai**

Otra prueba de ello, se encuentra en los grabados en tela que se han encontrado también en Japón, y que datan del año 1400, los cuales evidencian particularidades de los fractales y figuras como el triángulo de Sierpinski<sup>5</sup>.

A mediados del siglo XVII, Newton sentó sus estudios sobre el cálculo infinitesimal en su obra *DE ANALYSI PER AEQUATIONES NUMERO TERMINORUM INFINITAS* (1669), donde plasma las discontinuidades e irregularidades en el espacio y tiempo; por su parte, Leibniz al mismo tiempo trabaja por generar un lenguaje universal, desarrollando una noción más simple y útil para realizar los cálculos sobre la discretización y anomalía del espacio y tiempo. Esto permitió llegar a los dos a las mismas conclusiones, de tal manera que las funciones discontinuas eran muy pocas y escasamente surgían en los sistemas naturales, por lo que no se tenían muy en cuenta y se dejaba a un lado porque carecían de lógica y llevaban a un sistema con una dinámica caótica (Amir, 2006). Esta situación generó una turbia dificultad a la hora de analizar las funciones del cálculo infinitesimal, ya que representaban una singularidad en la naturaleza y la matemática habitual lo que permitió hallar grandes irregularidades y discontinuidades del espacio. Posteriormente, estas inconsistencias y particularidades de la discontinuidad del espacio, atrajeron a varios pensadores por el misterio que guardaba. Uno de estos es George Cantor en 1883, quien intenta solucionar la discontinuidad del espacio concluido por Newton y Leibniz a través de un supuesto geométrico, en el que toma un segmento de  $[0,1]$ , desde las condiciones reales, donde éste se divide en segmentos de tres partes iguales y se elimina la parte central. Este proceso se realiza iterativamente ahora con cada nuevo segmento, dejando siempre la parte central vacía lo que permite proponer una condición fractal en la que se repiten las mismas condiciones geométricas, bajo reiteradas iteraciones donde la escala va variando. Posteriormente a este trabajo se le conocería como el conjunto fractal de Cantor. Las ideas de Cantor fueron ampliadas más tarde por Gaston Maurice Julia y Pierre Joseph Fatou en 1889, quienes proponen un conjunto de fractales que se obtienen al estudiar el comportamiento iterativo sobre el campo de los números complejos al ser iterados por una función holomorfa, esto

---

<sup>5</sup> El triángulo de Sierpinski se refiere al proceso donde se divide un triángulo equilátero en cuatro triángulos equivalentes y posteriormente al proceso se elimina el triángulo equilátero central, lo cual nos conduce a permanecer con los tres triángulos de los vértices.

quiere decir que se define sobre un subconjunto del plano complejo. De esta manera, se da origen al conjunto de Julia y su complemento, los conjuntos de Fatou.

Esto permite evidenciar que la geometría fractal fue trabajada y conocida antes de ser formalizada y posteriormente a su formalización, empieza a generar unas nuevas dinámicas para su construcción geométrica, clasificándose estos mismos como elementos fractales que dan razón a un proceso iterativo.

Estas investigaciones quedan detenidas por más de 25 años. Es así que los estudios mencionados anteriormente fueron recogidos hacia los años 1970, por el matemático polaco Benoit Mandelbrot, como una labor joven en la geometría fractal, y que posteriormente, se empezaría a trabajar no solo con conjuntos imaginarios, sino que se implementaría en programas que comienzan a hacer dichas iteraciones y al efectuar dicho proceso, nacen nuevas formas concebir la geometría fractal desde elementos geométricos con condiciones complejas.

Los avances matemáticos propuestos por sus antecesores, representaban para Mandelbrot un gran reto por salir de los estándares matemáticos, que por años la sociedad de pensadores había implementado y aparte de ello la imposibilidad de la geometría clásica por representar y entender las estructuras irregulares.

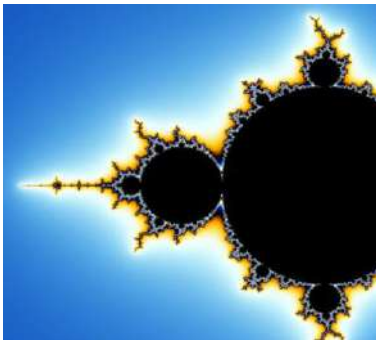
Esto le permitió modelar y trabajar en los laboratorios computarizados de IBM (International Business Machines), para realizar un incontable número de estudios y su análisis sobre las perturbaciones eléctricas y el ruido.



Fig. 1. Longitud infinita de las montañas. Recuperado de: <http://aragondocumenta.com/dia-internacional-montanas>



Fig. 2. Repetición de montañas a diferentes escalas. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=LXjZILFA6z0>



### 2.1.1.7. Definición actual de los fractales

Actualmente los fractales se pueden definir como patrones o estructuras que se repite a diferentes escalas, las cuales se interpretan como *“una forma sumamente irregular o interrumpida, un proceso de repetición que se caracteriza por tener longitud infinita”* (Talanquer, 2003 ).

De acuerdo con Talanquer, la irregularidad de los fractales en la naturaleza, posibilitan encontrar algunas formas o figuras que no se pueden explicar con las postulados de la geometría clásica, de acuerdo a esta brecha que hay entre la geometría clásica y la fractal, Benoit Mandelbrot propone una interpretación sencilla como la siguiente: *“Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, y las cortezas de los árboles no son lisas, ni los relámpagos viajan en una línea recta”*(B.Maldelbrot, 1982).

Es importante diferenciar entre un fractal natural y los conjuntos fractales, estos últimos se pueden entender como representaciones de funciones matemáticas complejas que se han iterado una y otra vez. Algunos ejemplos de estos son el conjunto fractal de Mandelbrot y el fractal de Julia. Desde esta perspectiva se pueden definir a los fractales naturales y a los conjuntos fractales de la siguiente manera:

### Fractales naturales

Cualquier persona que desee realizar un dibujo a mano, inmediatamente refleja en este el condicionamiento euclidiano, como el uso de figuras tales como círculos, triángulos, rectángulos, etc. Este dibujo va a estar muy lejos de ser una buena representación de alguna forma de la naturaleza, ya que, si se selecciona alguna sección de un trazo del dibujo y se empieza a acercar una y otra vez como en un microscopio, este trazo empezará a convertirse en una línea recta. Si este mismo acercamiento se realizara en una estructura natural como una roca, el resultado sería distinto, ya que empezarían a parecer formas semejantes a la inicial, esto debido que a medida que se reduce más la escala observamos una morfología parecida a la original. Otro ejemplo se da en el brócoli (Fig. 5.), el cual tiene una estructura que se repite a menor escala en cada una de sus ramificaciones. Un brócoli es un buen ejemplo de un fractal natural. A diferencia de las figuras geométricas convencionales, las formas fraccionarias o fractales, que se conciben como irregulares, resultan poseer un patrón que es el responsable de la semejanza a menor escala. Gracias a este patrón este tipo de figuras tanto naturales como matemáticas, nos permiten observar esas formas increíbles e interesante en la naturaleza y las que igualmente también es posible generar con las matemáticas a través de la computadora como el conjunto de Julia y el de Mandelbrot.

En la figura 6 podemos encontrar otros tipos de patrones, como son las hojas de los helechos en donde encontramos que la morfología de la hoja es igual a una pequeña rama que se desprenda de ella y a su vez una pequeña parte que se desprende de ella es igual a la rama superior. Otro tipo y ejemplo claro de los fractales naturales son las espirales de la cáscara de un Nautilus, que poseen una espiral particular, donde matemáticamente forma una



Fig.4. Romanesco, coliflor italiana. Recuperado de: <https://www.melissas.com/Romanesco-p/1504.htm>



Fig.5. Brócoli Recuperado de: [https://www.abc.es/salud/enfermedades/abc-brocoli-previene-cancer-pero-solo-si-comemos-casi-3-kilos-diaros-201905162202\\_noticia.html](https://www.abc.es/salud/enfermedades/abc-brocoli-previene-cancer-pero-solo-si-comemos-casi-3-kilos-diaros-201905162202_noticia.html)



Fig.6. Helecho común. Recuperado de: <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/helecho>

secuencia logarítmica; esta se ajusta con mucha exactitud a la espiral de Fibonacci formada con rectángulos Áureos.

### Conjunto fractal

Las figuras fractales poseen dos características fundamentales; la auto similitud y la dimensión fractal. La auto similitud representa aquella característica de los objetos fractales de conservar su forma, es decir, que sea la misma, independientemente de que se aumente, como se vio en la sección anterior.

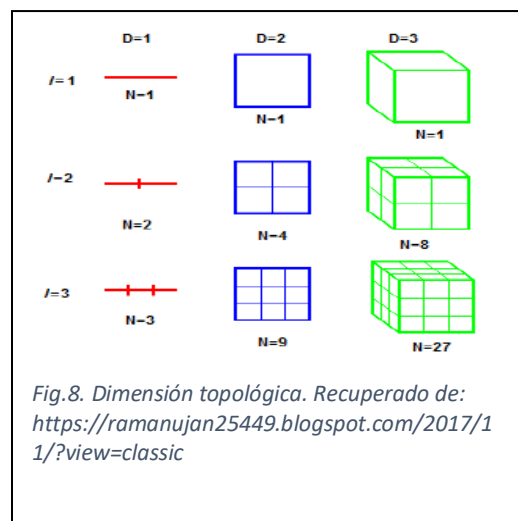


Fig. 7. Las espirales de la cáscara de un Nautilus, los huracanes y las galaxias espirales barradas presentan una similitud en cuanto a su morfología.

#### 2.1.1.8. Dimensión Hausdorff o fractal

Para comprender un poco acerca de la dimensión fractal, es necesario considerar la dimensión topológica y para esto, hay que tener en cuenta que ésta representa un conjunto del espacio topológico. Esto no lo consideraremos ya que no es objeto de estudio por parte de este trabajo investigativo. La dimensión topológica la vamos a considerar entonces como el conjunto de las distintas dimensiones del espacio, dimensión cero que se le asocia a un punto, primera dimensión asociada a una recta, segunda dimensión asociada al plano y por último la tercera dimensión que se asocia al plano tridimensional.

La dimensión fractal entonces corresponde a aquella que puede existir entre dos dimensiones, es decir que mientras la primera, segunda y tercera dimensión son representadas por un entero, la dimensión fractal es representada por una fracción.



Considerando las siguientes variables:

(N) se considerará como el número de formas semejantes (figuras congruentes).

$\left(\frac{1}{n}\right)$  Se considerará como un factor de reducción (tamaño de subdivisión de la figura).

(D) dimensión.

Al observar la Fig.10, si se tiene una recta de longitud 1, al dividirla en dos partes es decir en fracciones de  $\frac{1}{2}$ , entonces n y N toman los valores  $n=2$  y  $N=2$  porque se tiene como resultado después de la división dos partes idénticas a la inicial.

Entonces teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$N = n^D ; 2 = 2^1 = 1 * 1$$

Si se hace el mismo procedimiento con las figuras de la Fig.10, dividir cada segmento del cuadrado por un factor de 2, al unir los puntos resultantes de la división, se obtiene  $N=4$  cuadrados iguales, pero en una escala menor.

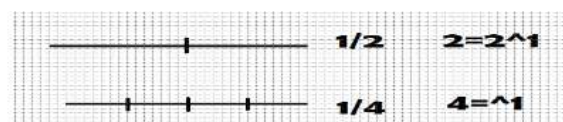
A partir de esto, se infiere la anterior ecuación de potenciación.

$$4 = 2^2 = 2 * 2$$

En esta ecuación el exponente 2 de la base  $n=2$ , representa la dimensión, esto es evidente, un cuadrado hace parte de la segunda dimensión, y el resultado de la potenciación es  $N=4$ , si se repite el proceso en el cuadrado, pero esta vez con  $n=4$  entonces se obtiene lo mostrado en el segundo cuadro de la Fig.11.

Si se hace esto mismo, pero ahora en un cubo, si se divide cada uno de los segmentos de sus caras por un factor de  $n=4$  entonces se obtienen  $N=64$  cuadrados a menor escala iguales. Esto daría como resultado otra ecuación de potenciación igual a las anteriores:

$$64 = 4^3 = 4 * 4 * 4$$



En este caso, se infiere que el cubo pertenece a la tercera dimensión.

Ahora considerando de nuevo la ecuación  $N = n^D$ ;  $64 = 4^D$ , suponiendo que no se conoce la dimensión de la figura, para hallarla hay que despejar D de la ecuación, recurriendo a las propiedades de los logaritmos se obtiene lo siguiente:

$$\ln(64) = D * \ln(4)$$

$$D = \frac{\ln(64)}{\ln(4)} = 3$$

Haciendo la operación, el resultado obtenido es la dimensión  $D=3$ , a partir de esto es posible entonces encontrar la dimensión matemática de un conjunto fractal.

### Dimensión del conjunto de cantor

Su creador fue Georg Cantor (Fig.12) en el año 1883, se divide la recta de longitud 1 en tres partes iguales y se elimina la del medio, como resultado se obtienen dos rectas de menor escala, así sucesivamente.

El factor de división siempre es  $n=3$

El número de formas semejantes resultantes siempre es  $N=2$

Entonces su dimensión es:

$$D = \frac{\ln(2)}{\ln(3)} = 0.63095$$

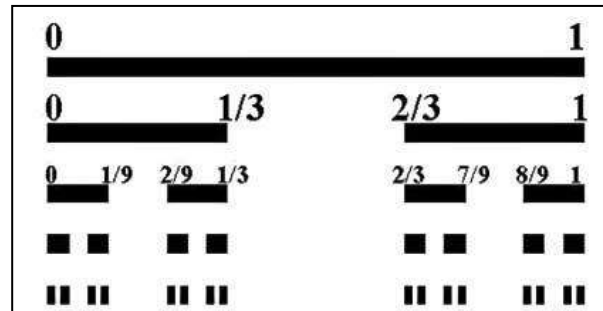


Fig.12. Conjunto de Cantor. Recuperado de: <https://matemelga.wordpress.com/2018/09/29/el-conjunto-de-cantor/>

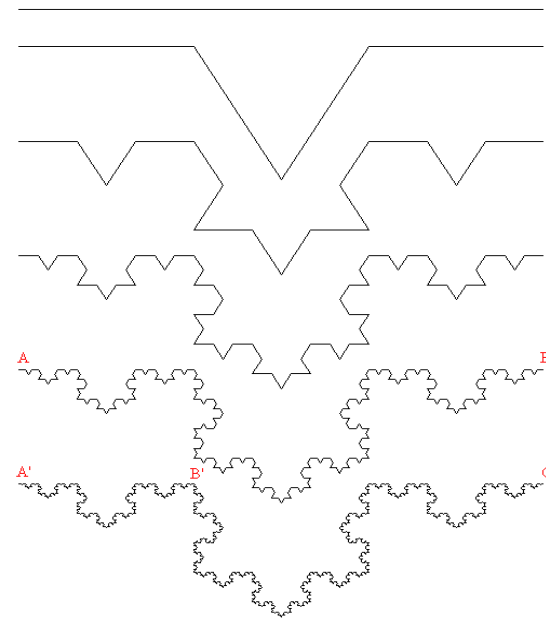


Fig.13. La monstruosidad matemática de Koch. Recuperado de: <https://steemit.com/spanish/@analealsuarez/los-monstruos-de-cantor-la-geometria-fractal>

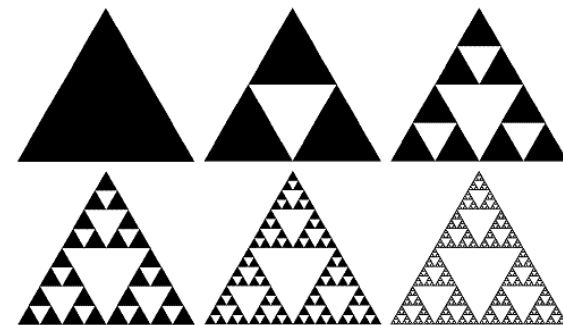


Fig.14. Triángulo de Sierpinski <http://www.asociacionceat.org/aw/2/sierpinski.htm>

Es decir, es una fracción en medio de la dimensión 0 y la primera dimensión, lo que implica que este fractal está más cerca de ser una recta que de ser un punto.

### **Dimensión de la curva de Koch**

El matemático sueco Niel Helge Von Koch la creó en 1904.

Esta conocida monstruosidad parte de una recta que es dividida  $n=3$ , se elimina la del medio y se añaden 2 rectas como lo muestra la figura #13. Como resultado se obtienen  $N=4$  partes semejantes a la recta inicial.

A cada una de las 4 rectas resultantes se les aplica el mismo procedimiento inicial, esto da como resultado la forma de una especie de estrella, si se continúa aplicando el mismo proceso a cada una de las rectas de la estrella, se obtiene una nueva forma, en este orden de ideas, la nueva forma se le vuelve a hacer lo mismo y así sucesivamente con las demás formas resultantes, entonces se empezará a obtener una forma como de copo de nieve.

Entonces su dimensión es:

$$D = \frac{\ln(4)}{\ln(3)} = 1.2618$$

Su dimensión, por lo tanto, está en medio de la primera y segunda dimensión, pero el resultado hace inferir que está más cerca de ser una recta que un área.

Finalmente, se puede concluir que los fractales son patrones o estructuras que conforman geometrías irregulares o interrumpidas, que se desarrollan mediante el proceso de repetición de menor a mayor escala o viceversa y se caracterizan por tener longitud infinita, presentar autosimilitud, independencia de escala y dimensión fraccionaria. Dentro de estas estructuras se encuentran los fractales lineales, que son estructuras formadas con cambios simples de escala, generalmente creados con figuras sencillas como rectas, triángulos, etc., y la mezcla de ellas.

### **2.1.2. Marco Pedagógico**

El presente apartado del trabajo investigativo exterioriza un abordaje conceptual de aquellos elementos pedagógicos y didácticos a tener en cuenta para el desarrollo de la propuesta.

### ***2.1.2.1. Habilidad***

Generalmente las personas tienen la capacidad de desempeñar de manera adecuada y con facilidad una tarea o una actividad determinada, de tal manera, desarrolla aptitudes para una actividad puntual o de cualquier índole, ya sea mental, física, social, entre otras.

Un primer acercamiento sobre la definición de habilidad, pone de presente la capacidad que tiene el ser humano para efectuar y realizar una acción o alcanzar un objetivo determinado, donde “Las destrezas son conceptualizadas como aquellas habilidades que la persona ha desarrollado con un alto nivel de eficiencia” (Moreno, 1998), esto permite entender, que existe en el hombre una facilidad para realizar una actividad, esto nos permite entender la capacidad como “un rasgo intrínseco del ser humano que hace posible, a partir de un potencial inicial, un ejercicio del mismo que lleva a desempeños cualitativamente diferentes a medida que el individuo aprende interactuando, tanto con su entorno familiar y social, como en los procesos educativos formales”(Moreno, 1998).

Otra definición acerca de habilidad se pone en conjunto con las aptitudes, y se entiende que es propia del individuo por su naturaleza biológica (Moreno, 1998), citado por Callejas 2008:

“Una disposición innata, como un potencial natural con el que cuenta la persona y que puede ser puesto en acción, que puede ejercerse, que puede ponerse en movimiento, se afirma entonces que la aptitud es la "materia prima" a partir de la cual es posible el desarrollo de habilidades, pero se acepta que el punto de partida no es exactamente el mismo para todos los sujetos. Esto significa que, aunque se asuma que un individuo normalmente dotado es apto para la amplia gama de desempeños que el ser humano puede llegar a tener, hay "acentuaciones" en cada persona, esto es, puede tenerse un potencial natural más rico para algunos desempeños que para otros.

Se acepta entonces que algunas de las diferencias individuales tienen su origen en las diversas acentuaciones de la aptitud en el ser humano; las aptitudes no necesariamente se refieren a dones extraordinarios concedidos sólo a algunas personas privilegiadas: están presentes, con diversos grados de acentuación, prácticamente en todos los individuos.” (Pág. 28)

Por lo tanto, el concepto de habilidad es complejo de definirlo, ya que se caracteriza por acciones o destrezas que realizamos hacia algo, es así, que esta aptitud innata se lleva a cabo para determinar una actividad.

Así mismo, las capacidades adquiridas por el hombre, le facilitan utilizar sus conocimientos para el proceso práctico y teórico. De acuerdo con Moreno (1998), “El ser humano hace lo posible para potencializarse, un ejercicio que lleva a desempeños cualitativamente diferentes

a medida que el individuo aprende interactuando, tanto con su entorno familiar y social, como en los procesos educativos formales.”

De acuerdo con lo anterior, se comprende que el ser humano desarrolla capacidades no necesariamente bajo dones extraordinarios, sino mediante su trayecto va potencializando y perfeccionando sus habilidades.

De la misma manera, según Rigney (1978), citado por Herrera (2003, p. 1), comprende que las habilidades son capacidades que el ser humano tiene para recuperar, conseguir y conservar diferentes tipos de conocimientos y mediante las mismas, centra la atención e intención para realizar algún tipo de exploración.

En este sentido, se entiende habilidad como la capacidad innata o adquirida de un sujeto para realizar una acción específica dentro de un contexto determinado; cabe resaltar que, a la hora de potencializar las habilidades en los espacios curriculares, y en aras de favorecer la integración en los aprendizajes, lo que se debe buscar en el individuo es transformar y organizar el conocimiento de manera autónoma y consciente de su progreso mental.

#### ***2.1.2.2. Lo Científico***

De acuerdo con la literatura, lo científico hace referencia a unos principios y métodos de la ciencia o relacionados a la misma, allí se desarrollan nuevos conocimientos acerca del mundo que nos rodea, y una de las intenciones fundamentales es resolver problemas o aspectos de la vida diaria. De acuerdo con Schaferman (1994) citado por Callejas (2012):

“No es una mera colección de hechos, conceptos, e ideas útiles acerca de la naturaleza, ni siquiera la investigación sistemática de la naturaleza, aunque ambas son definiciones comunes de la ciencia. La ciencia es un método para investigar a la naturaleza, es una manera para conocer acerca de la naturaleza y descubrir conocimiento confiable sobre ella”. (Pág. 12)

Según lo anterior, se comprende que el hombre interactúa con la naturaleza, de tal manera que esto le permite diseñar y planificar su pensamiento para encontrar soluciones en la cambiante naturaleza.

Así mismo, Callejas (2008) afirma que la palabra científico juega el papel de:

“Adjetivo, siendo éste quien califica las características hacia las cuales se enfoca el pensamiento, para explicar y predecir la naturaleza. Para este caso, el término científico es el calificativo a la actividad

de investigar, conocer y comprender a la naturaleza. Con determinadas características, la cuales buscan la objetividad en su proceso y la seguridad al concluirlo”. (Pág.4)

Esto posibilita inferir, que lo científico es aquello propio a la ciencia, y que convierte al sujeto, en un ente que organiza la información adquirida mediante la experiencia y la reflexión.

Así mismo, no se puede desvincular la ciencia con lo científico, debido a que la ciencia intenta explicar los hechos a través de principios. Por lo tanto, no sólo se realiza descripciones detalladas, sino también se indaga de manera sistemática y se procura responder dentro de una lógica verificable a: ¿Por qué ocurren los sucesos?, ¿Por qué de esa forma y no de otra manera? y ¿Cómo ocurren?

Por lo tanto, la ciencia para explicar y expresar de una forma concreta las interpretaciones de los hechos, los plasma en instrumentos o esquemas conceptuales, que son alcanzados a través la experiencia y la investigación. Por lo tanto, el término científico nos induce a considerar, a qué se refiere investigar; conocer y comprender a la naturaleza.

### ***2.1.2.3. ¿Qué se entiende por habilidad científica?***

Para Mantilla, en su libro “El Científico y la ciencia” (1999), ese conjunto de habilidades científicas con los que los sujetos consiguen respuestas a las problemáticas, se da a través de la observación, el análisis, la organización de la información y la exploración de hechos y fenómenos. Siendo estos los elementos o herramientas con los que el ser humano consigue aprender del mundo que lo rodea. Vale destacar que no son las únicas herramientas que se utilizan en este proceso investigativo, por lo tanto, no se pueden desligar una habilidad de la otra.

De lo anterior, podemos decir que las habilidades científicas permiten desarrollar destrezas y facilitan a los individuos la búsqueda de respuestas para la explicación y la predicción de los fenómenos naturales, en pro de la comprensión y transformación del mundo.

Por lo tanto, de acuerdo con las intenciones del trabajo investigativo, se centrará el estudio en solo tres habilidades científicas las cuales son: la observación, el análisis y la argumentación. Según Mantilla (1999), el término habilidades científicas se acuña a la capacidad de establecer una fuerte relación con las ciencias, esto a su vez implica estar

comprometidos hacia la producción de conocimientos sobre la naturaleza y la misma sociedad.

Parémonos un instante a pensar sobre el vínculo que establecen los científicos con las ciencias, allí podemos evidenciar un amplio panorama que se enmarca en la construcción y enseñanza desde el quehacer y el hacer en la ciencia. De tal manera, esto induce a pensar que independientemente de la labor social que se realice, al final del trabajo lo que queda es la satisfacción de haber servido al prójimo.

Podemos comprender, que la forma de enseñar las ciencias antes, con respecto a cómo se desarrollan hoy en día, son muy distantes, ya que “el hombre actual, pasó de ser un sujeto pasivo en miniatura que carecía de facultades cognitivas, a convertirse en un ser que construye herramientas de conocimiento, involucrándose en la actividad científica” Collantes y Escobar (2016).

De acuerdo con Collantes y Escobar (2016), el sujeto mediante sus vivencias y herramientas tecnológicas, puede llegar a presentar una base sólida en su formación científica, esto acentuará y despertará el interés por la ciencia, encaminándose al mundo investigativo y convirtiéndolo en ente protagonista de la sociedad.

De tal manera que la construcción de conocimiento posibilita generar o resolver problemas de la vida, Sordo (2006) considera que el individuo se acerca al saber científico, cuando estudia e investiga, de tal modo, que perfecciona sus habilidades de observación, medición, deducción y experimentación.

Por su parte, Mantilla (1999) propone que tanto la observación, análisis y argumentación, son las que desencadenan a las demás habilidades científicas, y, por lo tanto, deben ser potencializadas y puestas al mismo nivel de las otras sin desligarlas.

#### ***2.1.2.4. Observación***

El término observación, parte de la toma de información que conseguimos a través del uso de los sentidos o con el uso de instrumentos, que posteriormente se registra para su óptimo análisis. Esto nos permite comprender que se caracteriza por ser un elemento primordial de todo proceso investigativo, y mediante el cual, el investigador se apoya para datarse satisfactoriamente.

En otras palabras, la observación es proceso que permite la recolección de información; que puede llegar a desarrollarse como proceso sistemático, lógico y verificable, es decir, captamos de la manera más objetiva lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica, por lo tanto, toda observación, al igual que otras habilidades, requiere de un sujeto que investiga y un objeto a investigar, cabe resaltar que se deben tener claros los objetivos que se persiguen.

Así mismo, Sierra y Bravo (1984) definen la observación como: “la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos”

De tal manera, que la observación es una habilidad sobre la cual se sustentan las demás, ya que se establece una relación entre sujeto y objeto a detallar. Los observadores en el campo de la investigación, deben estar conscientes de las diferentes posturas que se presentan, por tal razón, es necesario llegar a un mutuo acuerdo para definir una ruta, dado que, de ésta depende el cómo nos acerquemos a la realidad y cómo se irá configurando el objeto de estudio.

Uno de los fines de este trabajo investigativo es permitir a la institución José Manuel Restrepo y al ser humano, comunicar y compartir el hacer y el quehacer de la ciencia. Si bien, Callejas (2012) propone que “la precisión y la sistematicidad priman en el lenguaje científico, no debemos dejar de lado la estética del uso del lenguaje, pues no se trata hacer de la ciencia algo fuera de nuestros sentimientos, sino más bien, vivir la ciencia con intensidad y pasión”, esto nos permite considerar que la relación del mundo con el ser humano es maravillosa y van en armonía al equilibrio del ecosistema.

Algunas de las acciones que se proponen para poder mejorar esta habilidad dentro de la propuesta didáctica, es la realización de actividades con preguntas orientadoras, el uso de imágenes y elementos focalizadores que permitan describir situaciones, recolectar información relevante y establecer criterios de búsqueda.

#### ***2.1.2.5. Análisis***

Analizar se refiere a descomponer un problema o una situación en particular para entender cada una de las partes que lo componen, con el propósito de encontrar una justificación. De acuerdo con Cabrera (2001), el análisis es el proceso que se complementa con la síntesis, (...) que consiste en la composición ordenada de los diferentes elementos de un todo (p.168).

Por otro lado, según la definición clásica de Berelson (1971), citado por Hernández, Fernández y Baptista (2003), "el análisis es una técnica para estudiar un todo de una manera objetiva, sistemática y cuantitativa" (p.412). Este proceso mental lleva al sujeto a detallar una cosa para conocer sus particularidades o propiedades, para finalmente sacar los resultados; Sierra y Bravo (1985) explican que el análisis es:

“Objetivo, porque los procedimientos pueden ser reproducidos por otros investigadores, siendo susceptibles de verificación; es sistemático, ya que el análisis exige la sujeción a una pauta objetiva determinada que abarque todo el contenido a observar; y es cuantitativo, porque se pueden cifrar numéricamente los resultados del análisis”. (Pág. 412)

Otra definición de análisis, la propone Callejas (2012) como: “Proceso mental que lleva al sujeto a desmontar su objeto holístico a través de la separación de sus partes hasta llegar a identificar y reconocer los principios o elementos más importantes del todo que observa, hasta llevarlo a la comprensión del mismo” esto nos permite considerar, que este proceso mental permite el estudio de problemas para conocer los elementos fundamentales que los conforman.

Entonces, entendemos que el análisis es un trabajo mental que separa las partes que componen un todo, y que, a su vez, permite conocer mejor la realidad a la que nos enfrentamos, entrelazando componentes, para generar nuevos conocimientos desde otros que ya se tenían, desde la base del método científico para edificar y modernizar saberes y teorías. Las acciones que permiten potencializar el análisis en los sujetos son aquellas que llevan a la necesidad de categorizar, organizar, diferenciar y discriminar la información. Algunas herramientas didácticas que permiten estas acciones son los cuadros comparativos, categóricos, de separación, ordenamiento y diferenciación de la información.

#### **2.1.2.6. Argumentación**

La argumentación hace referencia a las comprensiones que sustentan una proposición, por lo tanto, se pretende convencer al otro de aquello que se testifica o se rechaza. De acuerdo a lo anterior, Toulmin (1979) en su libro *Introduction to reasoning*, define a la argumentación como el “Proceso de hacer afirmaciones, retarlas, darles sustento y producir razones, criticar esas razones, rebatir críticas y así sucesivamente” (p.14), por lo tanto, se comprende, que la argumentación da muestra de las razones para apoyar algún planteamiento, el cual, se basa

en evidencias que emplean distintas teorías que lo sustentan, así mismo, sirve como herramienta innata de la ciencia, cuya finalidad es convencer a la sociedad.

Para el grupo de lectura y escritura en enseñanza de las ciencias (LIEC) de la Universidad Autónoma de Barcelona, la argumentación es una habilidad, como función colectiva e intelectual, que sirve para justificar o refutar una opinión. Así mismo, Kuhn en (1993) en su teoría Kuhniana, propone que la argumentación “debe considerarse como una habilidad, la cual debe basarse en razonamientos justificados en evidencias y no en convicciones personales”. En resumen, la argumentación se potencializa a través de la discusión, la verificación de hipótesis y la aprobación o rechazamiento de la misma, siempre y cuando se presenten evidencias, que pueden ser de carácter experimental o teóricas, lo cual, da sustento para la ampliación del conocimiento científico.

De esta manera se entiende por argumentación como el proceso que le permite a un sujeto sustentar o justificar una proposición con la intención de convencer a otro sobre lo que se testifica o se rechaza. Es importante definir que para poder desarrollar y potencializar la habilidad científica de la argumentación en el individuo, se hace necesario el uso de ciertas herramientas didácticas como el debate, la narrativa y el infograma, donde los sujetos exponen, justifican y sustentan acerca de sus interpretaciones, en el cual, cada uno plasma sus ideas y defiende sus criterios e intereses.

#### ***2.1.2.7. Enseñanza de las habilidades científicas en las ciencias y su óptimo aprendizaje***

Contemporáneamente, el interés por cómo se dan los procesos de aprendizaje ha facilitado nuevas formas de abordar el conocimiento desde el proceder y el percibir. Esto permite de una u otra manera, dar explicación a la transformación del mundo.

De la misma forma, se espera que la ciencia favorezca la participación activa del ser humano en su diario vivir, según lo anterior, Quintanilla (2006) dice:

“La ciencia es parte del acervo cultural de la humanidad, y puede ofrecer un marco de pensamiento que permita sentir, pensar y actuar para construir un mundo más justo y más sostenible, para mejorar la calidad de vida y la participación ciudadana”

Esto involucra la inclusión de competencias que conlleven a una nueva forma de definir los propósitos educativos, permitiendo buscar estrategias didácticas que se encaminen a

estimular, desarrollar y fortalecer destrezas en el hombre, las cuales permitan, a su vez, comprender la variabilidad del mundo natural.

Con ello, conjeturamos que las ciencias están al servicio de la interpretación y el análisis de los fenómenos, los cuales facilitan que estos sean comunicables y puestos a una socialización. De la misma forma, esto posibilita la construcción de aprendizajes propios.

Para Sánchez (2002), la ciencia se entiende como:

“Un proceso reflexivo donde los componentes activos de la mente son piezas básicas para construir, organizar y usar los conocimientos. Este se desarrolla en dos momentos: en primera instancia los procesos de reflexión se transforman en procedimientos, mediante ejercitación deliberada, sistemática, voluntaria, gradual, y controlada, y dan lugar al desarrollo de las habilidades de la persona; en un segundo momento la persona, aplica estas habilidades para adquirir conocimientos en diferentes disciplinas o ambientes, para transferir los conocimientos adquiridos a nuevos ámbitos, para crear conocimientos y generar productos, en son de establecer generalizaciones y desarrollar actitudes y valores que correspondan”. (Pág. 28)

Se entiende entonces, que el ser humano amplifica sus capacidades enriqueciendo su conocimiento, poniéndolo en diferentes escenarios junto con sus habilidades ante la sociedad, lo que, a su vez, le proporciona una mayor conciencia de lo que se está aprendiendo, lo que le falta por aprender, las dificultades que se tienen y, sobre todo, llegar a su aplicación mediante el aprender haciendo (aprender a aprender).

De acuerdo con lo anterior, Pujol (2007) dice: “El éxito de los docentes reside en enseñar a pensar, hablar, autorregularse y a trabajar en colaboración”, esto conlleva a considerar, que el maestro busca establecer una cierta empatía con el sujeto, donde se den espacios para resolver dudas, reconducir procesos y a debatir situaciones que surjan en clase o en el aula virtual y, sobre todo, a convencerle en la práctica de que solo se aprende con la acción.

Por ende, desde ese panorama resulta motivante para que los maestros del área de ciencias puedan generar espacios en los que los estudiantes construyan conocimiento científico desde estrategias didácticas y se posibilite el impulsar, desarrollar y robustecer destrezas desde la reflexión para que comprendan su entorno natural y social.

## **2.3. Marco Metodológico**

### **2.3.1. Tipo de Investigación**

La metodología a implementar en esta investigación es de orden cualitativo, en el marco de la Investigación-Acción. Según, Taylor y Bogdán (1996), la investigación acción genera transformaciones en el hecho educativo, para promover la enseñanza desde la reflexión. A su vez, McKernan (1999) indica que la reflexión acción es relevante en el ámbito formativo, porque implica identificar una situación problemática para originar un plan de acción y generar unos resultados o mostrar la solución del problema. Por lo anteriormente expuesto, este trabajo cumple con las características de este método, al plantear una propuesta didáctica dirigida a una población específica, pues se intenta paralelamente ir observando los resultados de las acciones que se implementan, para realizar ajustes a las mismas como proceso reflexivo y cíclico.

## Capítulo III

### 3.1. Estrategia Didáctica

Luego del abordaje conceptual desarrollado en el capítulo anterior, se da paso a la construcción de una estrategia didáctica que permita a los estudiantes de séptimo grado de la I.E.D JMR fortalecer sus habilidades científicas de observación, análisis y argumentación, desde el estudio de la morfología de las galaxias y los fractales lineales. En este aparte del documento se presenta la estructura de dicha estrategia, sus acciones y actividades desde el estudio de la morfología de las galaxias y los fractales lineales.

#### 3.1.1. Ejes de la estrategia

Con la intención de organizar, estructurar, construir y dar coherencia a la estrategia, esta se cimienta en tres ejes desde: lo conceptual para definir los conceptos a abordar y desarrollar; lo pedagógico donde se establecen las habilidades a fortalecer; y desde lo didáctico con el ánimo de determinar momentos, propósitos, actividades y acciones de la estrategia. Estos ejes se presentan y definen a continuación:

##### 3.1.1.1. Eje conceptual

Con lo desarrollado y conceptualizado en el Marco Referencial, la propuesta pretende abordar los conceptos de Galaxia y Fractales, entendiéndolos de la siguiente manera:

- **Galaxia:** entendida como acumulaciones de polvo y gas, las cuales, contienen millones de estrellas y sistemas solares, que mantienen su agrupación por efecto de la fuerza gravitacional, las cuales pueden ser clasificadas morfológicamente como lo propone Hubble: galaxias espirales, elípticas, irregulares y lenticulares, teniendo como criterios para poder caracterizarlas su tamaño, forma y la dinámica de las mismas.
- **Fractales:** como patrones o estructuras que conforman geometrías irregulares o interrumpidas, que se desarrollan mediante el proceso de repetición de menor a mayor escala o viceversa y se caracterizan por tener longitud infinita, presentan autosimilitud, independencia de escala y dimensión fraccionaria. Dentro de estas estructuras se encuentran los fractales lineales, que son estructuras formadas con cambios simples de escala, generalmente creados con figuras sencillas como rectas, triángulos, etc., y la

mezcla de ellas. Algunos ejemplos de éstos son los fractales del Conjunto de Cantor, Curva de Von Koch y el Triángulo de Sierpinski.

### ***3.1.1.2. Eje pedagógico***

Se tiene como intención pedagógica el desarrollo y fortalecimiento de habilidades científicas, entendidas como aquellas destrezas determinadas, que trabajan en grupo y facultan a los individuos, la búsqueda de respuestas para la explicación y la predicción de los fenómenos en la naturaleza. Las habilidades a potencializar con la propuesta son:

- La **observación**: comprendida como el proceso de recolección y registro de información de interés para un sujeto.
- El **análisis**: se entiende como un trabajo mental de orden superior, en el cual se separan las partes que componen el todo de lo observado; se desarrolla a través de la fragmentación de las partes hasta llegar a identificar y reconocer los principios más relevantes del objeto observado, para llevarlo a la comprensión del mismo.
- La **argumentación**: como habilidad que permite sustentar una proposición en la acción comunicativa, que pretende convencer al otro de aquello que se testifica o se rechaza.

### ***3.1.1.3 Eje didáctico***

Los recursos con los cuales se busca desarrollar la acción didáctica y que se plasmarán en las actividades son:

- **El interrogante**: como pieza del trabajo investigativo que permite dinamizar y focalizar las habilidades científicas. Éste juega un papel importante en el ámbito de la didáctica como lo sugiere Elder Paul, (2002):

“Las preguntas definen las tareas, expresan problemas y delimitan asuntos. Impulsan el pensar hacia adelante. Las contestaciones, por otra parte, a menudo indican una pausa en el pensar. Es solamente cuando una contestación genera otras preguntas que el pensamiento continuo la indagación. Las preguntas superficiales equivalen a la comprensión superficial, las preguntas que no son claras equivalen a comprensión que no es clara.

Toda pregunta tiene una intención ya sea de orden analítico, evaluativo, disciplinar entre otros, y esa intención se halla en la respuesta, así como cada pregunta estimula una respuesta y esa respuesta es el resultado del pensamiento” (Pág. 32)

Por lo tanto, se comprende que el interrogante permite el desenvolvimiento de las habilidades científicas y potencializa al sujeto como ser que trabaja para la búsqueda de explicaciones y conjeturas.

- **La Experiencia:** se entiende como un focalizador y generador de la problemática, lo cual facilita el desencadenamiento del proceso científico, para el abordaje de la morfología de las galaxias, los fractales lineales y el fortalecimiento de la observación, análisis y argumentación.
- **El Cuento:** como un recurso didáctico que desde la narrativa permite dinamizar el aprendizaje en los estudiantes, de tal modo, que organicen y plasmen la información que desean transmitir para que ejerciten y desarrollen diferentes habilidades como las científicas, despertando en ellos la imaginación, curiosidad, motivación e interés hacia la temática que se está estudiando. En este trabajo investigativo, se hace uso del cuento, para que los estudiantes aborden los cuerpos galácticos, y, por otra parte, se utiliza para apoyar las carencias de material institucional del JMR a la hora de observar las galaxias.
- **El Recurso Audiovisual:** como componente contextualizador en los procesos de aprendizaje-enseñanza que posibilita desarrollar una dinámica participativa. Una definición de recurso, la propone la Conselleria de Empresa, Universidad y Ciencia de España:

“Todo aquel medio material (proyector, libro, texto, video, etc.) o conceptual (ejemplo, simulación, prácticas, etc.) que se utiliza como apoyatura en la enseñanza, normalmente presencial, tiene la finalidad de facilitar o estimular el aprendizaje”

Podemos deducir por lo anterior, que el recurso audiovisual se convierte en un recurso didáctico, puesto que se desarrolla para facilitar la labor docente como ente formador del estudiante.

- **Las Plataformas web:** se reconocen como recurso didáctico que permiten renovar las estrategias de enseñanza y aprendizaje desde las diferentes áreas del saber. Así mismo, el desarrollo de este trabajo investigativo provee esas oportunidades gratuitas desde las

TIC, las cuales ofrecen a la educación, generar espacios interactivos que promuevan el aprendizaje.

Además de los recursos mencionados anteriormente se dará uso de los referidos en el marco teórico, como el debate, la carta, el infograma, las noticias, los cuadros comparativos y demás.

### **3.2. Descripción de la población**

La propuesta didáctica está dirigida a estudiantes de básica secundaria, específicamente de séptimo grado del Colegio José Manuel Restrepo, con edades que oscilan entre los 11 y 14 años, residentes en su mayoría en la localidad de Puente Aranda. Es una población con condiciones estratificadas socioeconómicamente entre Estrato 2 y 3. Con quienes se busca en este ciclo desde el área de ciencias naturales, la potencialización de sus habilidades (observación, el análisis y la argumentación), por medio de sus sentidos, para generar unas primeras impresiones y acercamientos al conocimiento científico.

Esta población se caracteriza por ser en su mayoría, participativa, curiosa e interesada por las clases de física y geometría, aparte de ello, se evidencia una particular inclinación o motivación por el estudio del Universo. De acuerdo con lo anterior, la motivación y curiosidad es uno de los factores que permite potencializar en los estudiantes las habilidades científicas. Se busca con la propuesta que los estudiantes tengan la capacidad de corroborar la información recolectada y contrasten sus hallazgos con la de sus compañeros.

### **3.3. Estructura de la estrategia**

La estrategia presenta unos parámetros que direccionan las acciones de los estudiantes, focalizan e intentan desarrollar sus habilidades científicas, mientras se abordan y desarrollan elementos conceptuales sobre la morfología de las galaxias y los fractales con el propósito que los estudiantes logren establecer si existe o no, un comportamiento fractal que defina las formas o morfologías observables en las galaxias.

La estrategia se materializará mediante dos cartillas que orientan el desarrollo de sus fases y momentos; una dirigida al maestro y otra al estudiante. Por otro lado, dicho material se apoya en una serie de guías orientadoras, que responden a cada uno de los objetivos de fase y propósitos de momento de la estrategia.

A continuación, se presentan las fases de la estrategia didáctica junto con sus objetivos:

### 3.3.1. Fases de la estrategia

FASE	NOMBRE	OBJETIVO
I	DIGNOSTICO	Establecer el estado de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación en los estudiantes.
II	PROBLEMA	Determinar si existe el interés en los estudiantes por establecer una relación entre el comportamiento fractal en la morfología de las galaxias.
III	GALAXIAS	Abordar conceptualmente el concepto de galaxia, estructura, características, criterios y morfología con los estudiantes.
IV	FRACTALES	Abordar conceptualmente el concepto de fractales lineales con los estudiantes.
V	EJERCITACION	Proponer a los estudiantes actividades intencionadas con situaciones para que pongan sobre la mesa sus habilidades de observar, analizar y argumentar sobre si existe o no una relación entre el comportamiento fractal y la forma que define a las galaxias.
VI	EVALUACIÓN	Evaluar el desarrollo en las habilidades de observación, análisis y argumentación en los estudiantes frente a los resultados obtenidos en la Fase I luego de la ejecución de las fases III, IV y V.

### 3.3.2 Momentos de Fase

Cada una de las fases contará con unos determinados momentos para el alcance de cada propósito. A continuación, se describen los momentos en su respectiva Fase.

#### FASE I

##### MOMENTO A

En el momento A, se busca evidenciar el estado de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación de los estudiantes.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	Identificar el estado de la habilidad de observación en los estudiantes	MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS	Cuento "Mi primer Viaje por las Galaxias" Guía Orientadora I	Con la descripción y respuestas de los estudiantes, se espera determinar el estado de su habilidad de observación.
2 2 horas	Reconocer el estado de la habilidad de análisis en los estudiantes	GALAXIAS Y SUS FORMAS	Cuento "Mi primer Viaje por las Galaxias" Guía Orientadora II	Mediante las respuestas y las especificaciones de los estudiantes, se espera determinar el estado de la habilidad de análisis.
3 2 horas	Examinar el estado de la habilidad de argumentación en los estudiantes	NOTI- GALAXI	Cuento "Mi primer Viaje por las Galaxias" Guía Orientadora III	Recolectar información sobre el estado en que se encuentra el estudiante sobre la habilidad de argumentación.

## Momento B

En el momento B, se busca determinar el estado de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación de los estudiantes. Para alcanzar el propósito de este momento se solicita al maestro determinar el estado de las habilidades de observación, análisis y argumentación, con la ayuda del siguiente cuadro, posterior a la ejecución de las actividades en la sesión 1, 2 y 3 del momento A, desde el material construido y producido por los estudiantes:

HABILIDAD	RESULTADOS: PREGUNTAS ORIENTADORAS PARA ESTABLECER EL ESTADO
Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al describir las características de las galaxias: ¿Qué tan detallados resultaron ser los estudiantes a la hora de hacer las descripciones de las galaxias que observaron?, ¿fueron superficiales o concretos?</li> </ul>
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo clasificaron los estudiantes las galaxias?, ¿siguieron algún tipo de patrón?</li> </ul>
Argumentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desde la narración del artículo y la presentación del video por parte de los estudiantes, ¿se evidencia detalle al describir las galaxias observadas, y profundidad al justificar los nombres y la clasificación que les otorgaron en las sesiones?, ¿estas explicaciones eran simples o detalladas?</li> </ul>
Análisis de resultados:	

## FASE II

### MOMENTO A

Con el propósito de determinar si existe el interés de los estudiantes por establecer una relación entre el comportamiento fractal y la morfología de las galaxias, se presenta a continuación las siguientes acciones para el trabajo con los estudiantes:

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	1. Determinar si existe o no el interés en los estudiantes por relacionar el comportamiento fractal en la morfología de las galaxias. 2. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades propuestas.	Formas Fractales en la Naturaleza	- Videos Fractales en la naturaleza y su relación con las galaxias: 1. Video: Donald en la tierra mágica de la matemática <a href="https://www.youtube.com/watch?v=rJkdjL21Tqs">https://www.youtube.com/watch?v=rJkdjL21Tqs</a> Propiedad: Javier Smaldone. 2. Video: Qué son los fractales y cómo pueden ayudarnos <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU">https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU</a> entender el Universo   BBC Mundo. Propiedad: BBC News Mundo. - Guía Orientadora IV	A través de unas preguntas orientadoras, se busca evidenciar en los estudiantes, si se interesan y consideran que las galaxias pueden llegar a tener la forma de un fractal.

## MOMENTO B

Luego de realizar la actividad, Formas fractales en la Naturaleza, se pretende determinar si existe en los estudiantes un interés por relacionar la morfología de las galaxias con el comportamiento fractal, para ello se sugiere o se propone el siguiente esquema:

PREGUNTAS ORIENTADORAS	
<b>Propósito 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Consideras que los estudiantes se inclinaron por relacionar la morfología de las galaxias con los fractales?</li> <li>• ¿Qué apreciaciones tuvieron los estudiantes, a la hora de enlazar el comportamiento fractal con la morfología de las galaxias?</li> <li>• Teniendo en cuenta las justificaciones de los estudiantes, ¿La estrategia permitió evidenciar la disposición para abordar el razonamiento espacial y geométrico? ¿Por qué?</li> </ul>
<b>Propósito 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se evidencia en los estudiantes algún cambio frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación con respecto a los establecidos en la Fase 1? Si se presentaron cambios, descríbalos.</li> <li>• ¿Se evidencia mayor y mejor desempeño en estas habilidades? ¿Por qué?</li> </ul>
Análisis de resultados:	

## FASE III

### MOMENTO A

Abordar y desarrollar conceptualmente el concepto de galaxia, su estructura, características y los criterios morfológicos desde la secuencia Hubble.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	1. Definir y caracterizar el concepto de galaxia. 2. Fomentar el desarrollo de las habilidades: -Observación: haciendo uso de recursos visuales y preguntas orientadoras. -Análisis: estableciendo comparaciones y clasificaciones entre galaxias. -Argumentación: desde las razones y justificaciones de los estudiantes desde sus discursos escritos y/u orales.	Las Galaxias	Plataforma SkyServer y guía orientadora V.	Con el desarrollo de este momento se espera determinar las impresiones de los estudiantes sobre las galaxias y sus características tales como color, tamaño y forma dando uso de la plataforma SkyServer.
2 2 horas	3. Ordenar y clasificar las galaxias según su morfología. 4. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades.	Formas y más Formas	Plataforma SkyServer y guía orientadora VI	Esta actividad permitirá a los estudiantes ordenar y clasificar las galaxias de acuerdo con su morfología según los criterios Hubble.

## MOMENTO B

Luego de realizar la actividad, Formas y más formas, se pretende determinar el alcance de los propósitos de la sesión en cuanto al aprendizaje de los estudiantes a partir del abordaje morfológico de las galaxias.

PREGUNTAS ORIENTADORAS	
<b>Objetivos 1 y 3</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿El antes y el después de las descripciones realizadas por los estudiantes, permitió evidenciar el proceso de aprendizaje y enseñanza que se le impartió durante las sesiones?</li> <li>• ¿Qué elementos tuvo en cuenta el estudiante para poder catalogar y definir a las galaxias?</li> <li>• ¿Consideras que el estudiante mediante su observación, análisis y argumentación, logró comprender la morfología de las galaxias y sus criterios de clasificación?</li> </ul>	
<b>_Objetivos 2 y 4</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se evidencia en los estudiantes algún cambio frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación con respecto a los alcances logrados en la Fase 2? Si se presentaron cambios descríbalos.</li> <li>• ¿Se evidencia mayor y/o mejor desempeño en estas habilidades? ¿Por qué?</li> </ul>	
Análisis de resultados:	

## FASE IV

### MOMENTO A

Complementar y fortalecer la comprensión que realiza la Institución Educativa José Manuel Restrepo desde las clases de geometría en términos de fractales para poder abordarlos y enfatizar en fractales lineales.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	<p>1. Fortalecer en los estudiantes los conocimientos de geometría fractal trabajados en el área de matemáticas dando a conocer figuras geométricas de fractales lineales y su descomposición en el programa GeoGebra.</p> <p>2. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades propuestas.</p>	Formas Fractales	<p>- GeoGebra: Desarrollar a través del ordenador una actividad didáctica, con la que se logre analizar los fractales lineales para su posterior construcción por parte de los estudiantes.</p> <p>- Guía Orientadora VII</p>	Con el uso de esta herramienta tecnológica se espera que los estudiantes fortalezcan sus comprensiones sobre la geometría de los fractales lineales. Además, se espera que, con ayuda de la herramienta tecnológica, se logre ilustrar de una forma más adecuada las formas fractales abordadas.
	3. Relacionar objetos propios de la naturaleza como el brócoli Romanesco y los fractales lineales como la curva			Se espera que los estudiantes logren relacionar en objetos

2  2 horas	de Koch; caracterizando sus morfologías mediante la iteración o repetición de las formas desde menor a mayor escala.  4. Potencializar las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación.	Fractales Naturales	- Guía Orientadora VIII	propios de la naturaleza con elementos fractales.
------------------	--	---------------------	-------------------------	---

## MOMENTO B

Luego de realizar las actividades, Formas Fractales y Fractales Naturales; se busca dar alcance a los propósitos de cada sesión a partir del aprendizaje de los estudiantes frente a los fractales lineales.

PREGUNTAS ORIENTADORAS
<p><b>Propósito 1 y 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Consideras que el estudiante mediante la puesta de sus habilidades logró descomponer estructuras de mayor a menor escala?</li> <li>• ¿El estudiante logra evidenciar que las propiedades permanecen invariantes en cuanto a su forma, esto quiere decir, que las configuraciones a diferentes escalas no cambiaban de apariencia?</li> <li>• Mediante la plataforma GeoGebra, ¿el estudiante identifica y relaciona el concepto de autosimilitud en el contexto de la geometría fractal?</li> <li>• ¿La temática toma más importancia cuando el estudiante analizó e interpretó las imágenes de los mismos?</li> </ul> <p><b>Propósito 2 y 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se podría constatar que existe algún cambio en los estudiantes frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación, en concordancia con las fases anteriores? sí se evidenciaron cambios, descríbalos.</li> </ul>
<p><b>Análisis de resultados:</b></p>

## FASE V

### MOMENTO A

Evaluar el desarrollo en las habilidades de observación, análisis y argumentación en los estudiantes frente a los resultados obtenidos en la Fase I luego de la ejecución de las fases III, IV y V.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Desarrollo	Resultados esperados
1 2 horas	1. Potencializar la habilidad científica de observación 2. Determinar el desarrollo del proceso de observación de los estudiantes desde un ejercicio visual.	Fractales y Galaxias	-Guía orientadora IX	Que los estudiantes evidencien un desarrollo en su habilidad de observación.
2 2 horas	3. Desarrollar la habilidad de análisis en los estudiantes mediante un ejercicio que les exija establecer una condición o composición de un fractal en la morfología de las galaxias. 4. Fortalecer los procesos de observación y análisis.	¿Morfología fractal en las galaxias?	-Guía orientadora X	Mediante el uso de las guías orientadoras, se busca que el estudiante analice si la estructura geométrica de una galaxia se asimila o no a la configuración de un fractal.
3 2 horas	5. Fortalecer los procesos de argumentación en los estudiantes mediante el debate y la socialización de posturas conceptuales.	¡Concluamos!	-Guía orientadora XI  - Debate - Mesa Redonda	A través del debate, se espera que el estudiante concluya y sustente sus argumentos para que pueda robustecer sus interpretaciones.

## MOMENTO B

PREGUNTAS ORIENTADORAS
<p>Propósito 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Los estudiantes lograron definir una estructura de las galaxias, semejante a las configuraciones de un fractal?</li> <li>¿Qué consideraciones tuvieron los estudiantes, a la hora de relacionar la existencia o no, de una estructura fractal en la morfología de las galaxias?</li> <li>Teniendo en cuenta los argumentos y criterios de los estudiantes, ¿Se logró comprender las formas de las galaxias y determinar si su morfología o estructura obedece a la composición de un fractal? ¿Por qué?</li> </ul> <hr/> <p>Propósitos 1,2, 4 y 5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se podría constatar que existe algún cambio en los estudiantes, frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación, en concordancia a las fases anteriores?, sí se evidenciaron cambios, descríbalos.</li> <li>¿El desempeño realizado por los estudiantes permitió potencializar sus habilidades y evidenciar el proceso de sus concepciones iniciales, hasta sus razonamientos finales? ¿Por qué?</li> </ul> <p>Análisis de resultados:</p>

## FASE VI

Esta fase tiene como propósito que el docente logre determinar el desarrollo, progreso y fortalecimiento de las habilidades de observación, análisis y argumentación en los estudiantes realizando un contraste de los resultados obtenidos de la fase V en comparación a la fase I donde se estableció una base sobre el estado de estas habilidades.

Habilidades	Describe cómo se dio el progreso de cada habilidad en los estudiantes	¿Qué aspectos de la estrategia permitieron el fortalecimiento de la cada habilidad?	¿Qué aspectos de la estrategia se pueden mejorar? ¿Por qué y cómo?	¿Qué aspectos de la estrategia se consideran que se deben replantear? ¿Por qué y cómo?
Observación				
Análisis				
Argumentación				

Con el desarrollo de esta última fase se culmina la propuesta didáctica. Se espera, que se convierta en una acción evaluativa, no sólo para los procesos de aprendizaje y desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, sino también en adaptar y ajustar las acciones, momentos y propósitos de la estrategia, para que sea provechoso en futuras implementaciones.

## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1. Conclusiones

Dado que el objetivo principal de este trabajo investigativo apuntaba al fortalecimiento del desarrollo de las habilidades científicas en los estudiantes de grado 7 del colegio JMR, es importante denotar que este propósito no se alcanzó, ya que el proyecto nació en un momento en el que aún no se había generado la situación de salubridad a causa de la pandemia SARS-CoV-2 Covid 19, con lo que se generaron nuevas condiciones y dinámicas en la institución que no permitieron la realización de la estrategia didáctica; dado que el espacio se cerró como sitio de práctica y no se posibilitaron otros espacios, pues la institución no consideró pertinente continuar con el desarrollo de las prácticas, razón por la cual la estrategia no se pudo implementar como se esperaba. Sin embargo, ésta se construyó manteniendo los intereses y las necesidades sobre las cuales había nacido como proyecto.

El trabajo desarrollado, entrega una propuesta didáctica para la clase de física con grado séptimo de la institución JMR, que permite el estudio de la morfología de las galaxias y la noción de fractales lineales, mientras se posibilita desarrollar en ellos las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación enfocadas hacia la comprensión de lo que ocurre en el entorno natural; entendiendo las habilidades científicas como aquellas destrezas determinadas, propios o adquiridas, que trabajan en grupo y permiten a los individuos la búsqueda de respuestas para la explicación y la predicción de los fenómenos en la naturaleza; las cuales se pueden potencializar a través de la acción didáctica y que favorecen a los procesos de aprendizaje de los sujetos en su formación científica.

Desde esta perspectiva se logra caracterizar a la **observación** como un proceso propio de los sujetos que les permite la búsqueda y obtención de información a través del uso de los sentidos o de instrumentos de recolección de datos; siendo una habilidad que se puede potencializar didácticamente mediante el uso de preguntas orientadoras y acciones focalizadores, hasta convertirse en un proceso intencionado y sistemático. Así mismo, se define el **análisis** como una acción mental y cognitiva que permite separar las partes que componen un todo, con el fin reconocer los principios o elementos más relevantes de este para llegar a su comprensión; siendo también una habilidad científica desarrollable didácticamente con acciones que exijan al sujeto a la identificación, organización,

categorización y clasificación de los elementos que componen a un todo. Del mismo modo, se entiende la **argumentación** como una acción comunicativa, que pretende convencer al otro de aquello que se testifica o se rechaza; desde la socialización de posturas que permiten dar razones o justificaciones; esta habilidad científica se puede desarrollar desde la intervención didáctica con actividades que impliquen al sujeto exponer razones o justificaciones de sus ideas o supuestos.

Se considera que la propuesta permitirá a los estudiantes de grado séptimo del JMR mejorar su proceso de observación; haciendo que realicen ejercicios de recolección de información más detallados, con criterios más relevante y de interés, mejorando el uso de los sentidos y de las acciones para identificar información significativa y pertinente. También favorecerá su acción de análisis, posibilitándoles direccionar sus estrategias de organización, relación y caracterización de la información obtenida, llevándolos a generar comprensiones más profundas e interpretativas. Además, con la estrategia los estudiantes trabajan en la inseguridad, puesto que comparten, socializan y debaten sus argumentos.

Finalmente, la estrategia propone espacios para que los estudiantes puedan discutir sus reflexiones y justificaciones desde los elementos abordados y desarrollados sobre las galaxias y los fractales; para que determinen si existe o no, un patrón geométrico fractal en la morfología de las galaxias.

#### **4.2. Recomendaciones y sugerencias**

Se recomienda para la implementación de la estrategia didáctica, realizar un abordaje conceptual sobre aquellos elementos disciplinares y pedagógicos, abordados y desarrollados en la estrategia. Adicionalmente se sugieren tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ La estrategia debe estar acompañada a todo momento por el docente.
- ✓ El maestro debe conocer la estrategia y tener claro que ésta se propone para un contexto en particular, con la que se busca potencializar las habilidades de observación, análisis y argumentación.
- ✓ Realizar los momentos de evaluación de cada una de las fases, para que la estrategia pueda irse adaptando y transformando según se requiera, ello con el propósito de favorecer al proceso de enseñanza y aprendizaje en los diferentes grupos.

- ✓ Adaptar, si es necesario, los elementos pedagógicos y disciplinares para la ejecución de la estrategia.
- ✓ Identificar a la población con la que se va a abordar la estrategia, pues es fundamental que esta sea pertinente y adecuada para su desarrollo, pues las acciones de la estrategia han sido pensadas para los estudiantes de séptimo grado de la institución JMR, sin embargo, es adaptable a otros contextos.
- ✓ Otro elemento a tener cuenta es el orden y la forma en que se presentan y desarrollan las actividades. Se sugiere respetar los tiempos propuestos con el ánimo de no saturar a los estudiantes con las actividades, de manera que resulten más asertivas y eficientes.
- ✓ Para la puesta en escena o la implementación de la estrategia didáctica, se sugiere que se disponga de tiempo continuos para su desarrollo, de manera que no se interrumpa el proceso y que además persiga las indicaciones expuestas en la cartilla del docente.
- ✓ Se recomienda a los docentes interesados en implementar la estrategia, desarrollar las actividades de manera creativa y abrirse a otras formas distintas a la tradicional, de abordar una temática específica como esta, pues los niños no ven el mundo de manera obvia y requieren de elementos que potencialicen su imaginación.

## Referencias bibliográficas

- Amir. (2006). Trabajo fractales. Recuperado de: [https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_05\\_06/io2/public\\_html/images/curiosidades/Trabajo%20Fractales%20\(Amir%202006\).pdf](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io2/public_html/images/curiosidades/Trabajo%20Fractales%20(Amir%202006).pdf).
- Aparicio (2009) Competencias científicas dentro de los procesos de formación. Trabajo de investigación.
- Arenas, G., Sabogal, S. (2011). Una introducción a la geometría fractal. Ediciones Universidad industrial de Santander, Bucaramanga.
- Barnsley, M. (1993). *Fractals Everywhere*, Second Edition, Academic Press.
- Barrallo, J. (1993) *Geometría fractal: algorítmica y representación*, Anaya Multimedia.
- BBC News Mundo. 2020. Qué son los fractales y cómo pueden ayudarnos a entender el universo BBC Mundo. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU>
- Bravo Alfaro, H. (julio-agosto de 2014). Las galaxias Haro. Obtenido de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65\\_3/PDF/GalaxiasHaro.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_3/PDF/GalaxiasHaro.pdf).
- Callejas (2008). Desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estudiantes sordos de grado séptimo de aula integrada.
- Callejas (2012). Magnitud y Medida: propuesta didáctica desde el desarrollo de habilidades de pensamiento científico Maestría Tesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Chona, G. Arteta, J. Martínez, S. Ibáñez, X. Pedraza, M. Fonseca, G. (2006). Revista Tea N.º 20. pp. 62-79.
- Comer, M., Sneider, C., & Vásquez, J. A. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Di Mauro, M; Furman, M; Bravo, B (diciembre, 2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 10, núm. 2, pp. 1-11.
- Elliott, J. (1990). *La Investigación –Acción en Educación*, Morata. Madrid.
- García, G. Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, edición 3(3): 7-16.

- Hernández, R, Fernández, C, y Baptista P. (2003). Metodología de la Investigación. Tercera edición. México: Mac Graw Hill.
- Herrera, F. (2003). Habilidades cognitivas. México: CEUTA.
- Iafrate, G., et al. (2010). La secuencia de Hubble. Recuperado de: [http://svn.ari.uni-heidelberg.de/svn/edu/trunk/aida\\_03\\_galaxies/es/es\\_aida\\_03\\_galaxies.pdf](http://svn.ari.uni-heidelberg.de/svn/edu/trunk/aida_03_galaxies/es/es_aida_03_galaxies.pdf).
- López San Juan, D. C. (julio de 2009). Recuperado de [https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/tesis/Lopez\\_tesis.pdf](https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/tesis/Lopez_tesis.pdf).
- Mantilla, W (1999). El científico y la ciencia. Bogotá. Facultad de Ciencia Sociales y Humanas –UNISUR.
- Martinez, V., Silvestre Paredes, Enn Saar. (1993). Wavelet analysis of the multifractal character of the galaxy distribution. monthly notices of the royal astronomical society. 260, 365-375.
- MEN. (2004). Formar en ciencias: Lo que necesitamos saber y saber hacer. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Ministerio de Educación Nacional.
- Moreno, M (2008). El desarrollo de habilidades como objetivo educativo. Una aproximación conceptual en Revista Electrónica Educrea, no. 09, Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.educacionbc.edu.mx/publicaciones/SintesisEv/Sintesis.php?Num=99> y consultado el 12 de abril del 2011.
- NASA Ciencia, Space Place. article last updated June 4, 2020. Recuperado de: <https://spaceplace.nasa.gov/galaxy/sp/#:~:text=Algunas%20galaxias%20tienen%20forma%20de,Se%20las%20denomina%20galaxias%20el%C3%ADpticas>.
- Ortiz, Gloria. (2010). Habilidades básicas del pensamiento. México: CENGAGE Learning.
- Percy, J. R. (1998). Astronomy education: An international perspective. In International Astronomical Union Colloquium (Vol. 162, pp. 2-6). Cambridge University Press.
- Pérez Torres , M. (2020). Shapley, Curtis y el Gran Debate. Revista de divulgación del Instituto de Astrofísica de Andalucía.
- Pérez Porto y Merino (2008). Recuperado de: <https://definicion.de/habilidad/>
- Plan Nacional Decenal de Educación 2016 -2026 (2017). Un camino hacia la calidad y la equidad. Recuperado en: <http://www.siteal.iipe.unesco.org/bdnp/190/plan-nacional-decenal-educacion2016-2026-camino-hacia-calidad-equidad>.

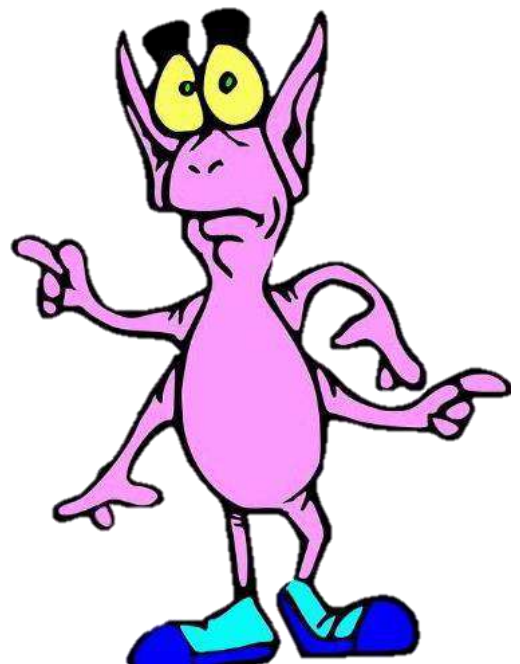
- Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a «leer el mundo». *Revista Pensamiento Educativo*, 39(2), pp. 177-204.
- Ríos Cabrera, P. (2001). *La aventura de aprender*. Caracas: Cognitus.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 4, (1). Consultado el día 8 de febrero del 2021 en: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>.
- Smaldone, J. 1959. Donald en la tierra mágica de la matemática. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=rJkdjL21Tqs> B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, W. H. Freeman, New York, 1982. (También en versión española).
- Talanquer, V. (2003). *Fractus, Fracta, Fractal* Fractales de laberintos y espejos. Mexico D.F: IEPSA.
- Toulmin, S., T. Rieke y A. Janik; (1979). Recuperado de: [https://www.academia.edu/6103052/Traducci%C3%B3n\\_de\\_An\\_Introduction\\_to\\_Reasoning\\_Part\\_I\\_II\\_de\\_Toulmin\\_Reike\\_y\\_Janik](https://www.academia.edu/6103052/Traducci%C3%B3n_de_An_Introduction_to_Reasoning_Part_I_II_de_Toulmin_Reike_y_Janik). pp.40-43.
- Valdez, P. (2016); *Introducción a la geometría fractal*. Memoria para optar al título de profesor de enseñanza media en educación matemática. Universidad del Bio-Bio. Chillan, Chile.
- Zapata Grajales, f.n. (2014). *la geometría de las plantas: una experiencia de modelación matemática en el pensamiento espacial y sistemas geométricos*. universidad nacional de Colombia.
- Zavala Solano, J. A. (junio de 2013). *Estudiando la evolución de las galaxias*. Recuperado de: <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/277/1/ZavalaSJA.pdf>.

ANEXO

# CARTILLA

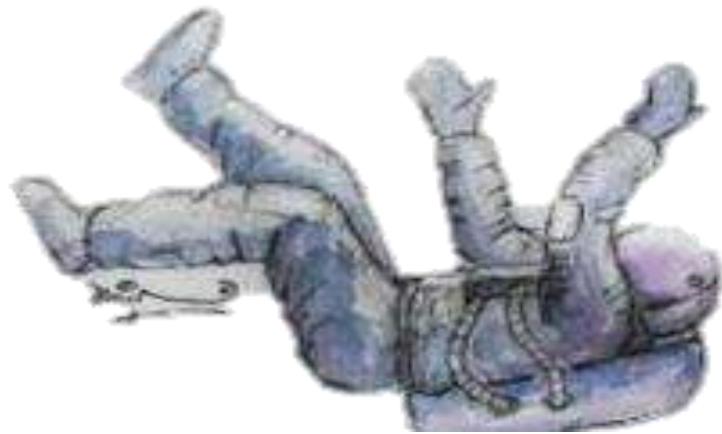
Las aventuras galácticas de Martha y  
Julían

Grado 7°





Presentado por:



Carlos Andrés Ramírez  
González

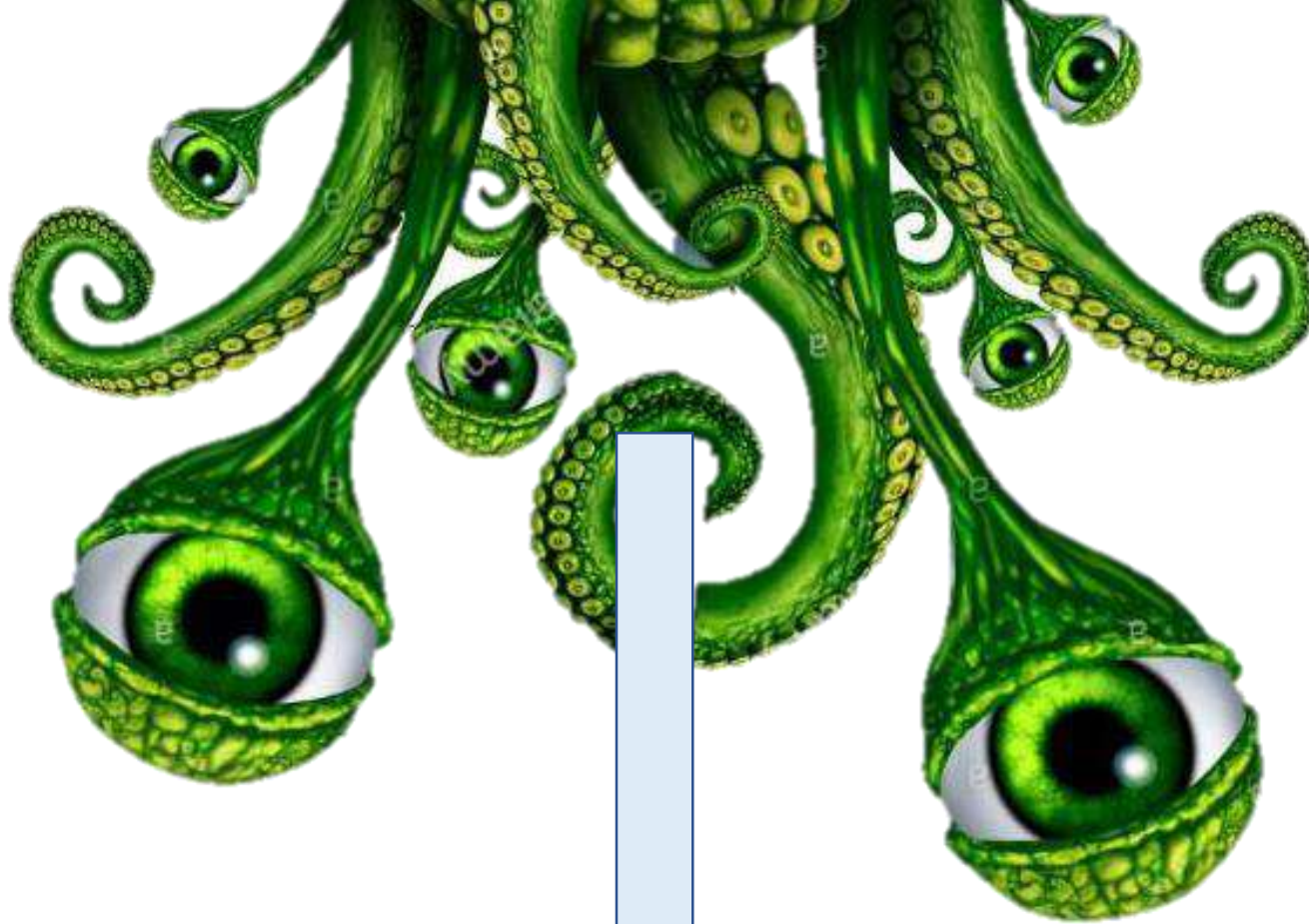


Guía para el  
estudiante

# Tabla de contenido

<b>Fase I</b>	<b>DIAGNOSTICO</b>	<b>Página</b>
<b>Guía Orientadora I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS</b></li> </ul>	<b>7-13</b>
<b>Guía Orientadora II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GALAXIAS Y SUS FORMAS</b></li> </ul>	<b>14-15</b>
<b>Guía Orientadora III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOTI-GALAXIA</b></li> </ul>	<b>16</b>
<b>Fase II</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>Página</b>
<b>Guía Orientadora IV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formas Fractales en la Naturaleza</b></li> </ul>	<b>18-19</b>
<b>Fase III</b>	<b>GALAXIAS</b>	<b>Página</b>
<b>Guía Orientadora V</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Las galaxias</b></li> </ul>	<b>21-25</b>
<b>Guía Orientadora VI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formas y más Formas</b></li> </ul>	<b>26-30</b>
<b>Fase IV</b>	<b>FRACTALES</b>	<b>Página</b>
<b>Guía Orientadora VII</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formas Fractales</b></li> </ul>	<b>32-34</b>
<b>Guía Orientadora VIII</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fractales Naturales</b></li> </ul>	<b>35-37</b>
<b>Fase V</b>	<b>EJERCITACION</b>	<b>Página</b>
<b>Guía Orientadora IX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fractales y Galaxias</b></li> </ul>	<b>39-41</b>
<b>Guía Orientadora X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>¿Morfología fractal en las galaxias?</b></li> </ul>	<b>42-44</b>
<b>Guía Orientadora XI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>¡Concluycamos!</b></li> </ul>	<b>45-47</b>





# Introducción

**Bienvenidos al fascinante mundo de las galaxias, los fractales y las formas. Te invitamos a acompañar a Martha y Julián en su viaje por el universo. Esta cartilla orientadora ha sido diseñada con el fin de brindar herramientas que potencialicen las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación, mediante la construcción de aprendizajes. Por lo tanto, los temas a abordar son de interés del estudiante, lo cual sirve como elemento que despierta en cada lector la curiosidad de ser creativos y resolutivos.**



**FASE I**

**DIAGNÓSTICO**

# MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS

COLEGIO JOSÉ MANUEL RESTREPO

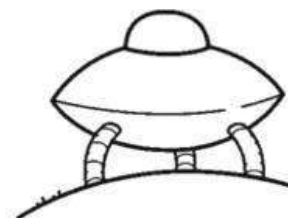


Julián y Martha, unos niños muy curiosos, pasaban todos los días explorando el cielo nocturno a través de su telescopio, donde observaban las estrellas, los planetas y las galaxias más contiguas.

Una noche, cuando la luna resplandecía en lo más alto, se percataron que un OVNI sobrevolaba su preciosa casa. Éste descendió suavemente para posarse sobre el jardín. De aquella nave, salió un ser bastante raro, mitad humana y su otra mitad no se distinguía.

Ambos bajaron a detallar tal ser no identificado, de apariencia verde babosa, alto y gordo, que parecía medir tres metros de estatura.

Julián y Martha se asustaron al ver al extraterrestre.



– ¿Estamos en un sueño?, dijo Julián.

– Creo que sí, dijo Martha.

– ¡No!, contestó Julián. Mira, sentimos el viento por nuestras mejillas. ¡Estamos despiertos! ¡Estamos en el jardín! ¡No es un sueño!



El ser de apariencia verde babosa, se presentó educadamente diciendo: Mi nombre es NIWDE vengo del planeta LICEOS, pasé por tu planeta para llevarlos a otro sitio del Universo, donde la raza humana pueda sobrevivir de la pandemia que los agobia. Desde mi planeta estudiaba sus lenguas y me percaté de la devastadora muerte de miles de personas a causa de un virus. Mis compañeros extraterrestres están dispuestos a transportarlos a cualquier lugar del espacio. Los invito a viajar por el universo, para que encuentren un lugar donde puedan vivir tranquilamente.

Julián y Martha, llevados por su afán y preocupación de salvar vidas, decidieron emprender el viaje con NIWDE.

Apenas se subieron a la nave, se percataron de cómo se alejaban velozmente de la Tierra.



Durante el recorrido, tanto Julián como Martha, registraron su viaje mediante fotografías.

NIWDE manifestó que conocía este tipo de objetos, manifestando que en la Tierra se les denominaban Galaxias, y que existían diferentes tipos de ellas.



Foto 1

Al primer lugar al que arribaron lo denominaron F1. A este sitio no llegaban los rayos solares, por ende, el frío era insoportable y el ser humano dejaría de existir. Julián analizando el lugar y

observando lo que le sucedía a su compañera, pidió a NIWDE salir lo más pronto posible, porque Martha estaba sufriendo un ataque asmático.

El segundo lugar que visitaron parecía tener las mismas características del anterior, por lo tanto, solo fotografiaron al objeto galáctico e inmediatamente siguieron su travesía.



Foto 2

Millones de kilómetros más adelante, los tripulantes de la nave divisaron una estructura galáctica bastante llamativa, sin embargo, al acercarse a esta formación se percataron que solo poseía gas y polvo, por lo tanto, no podría ser habitable para el ser humano.



Foto 3

Julián, Martha y NIWDE no contaban con que una nueva estructura parecida a la anterior se escondía detrás, fue cuando se alejaron del lugar que evidenciaron dicha estructura, la cual estaba encerrada

completamente por especies de nubes de polvo y gas. Así mismo, las esperanzas de Julián y Martha de encontrar un lugar habitable, se iban desvaneciendo poco a poco.



Foto 4

Desconcertados y agotados del viaje se tumbaron sobre el lecho de la nave. Mientras dormían, la nave se aproximó a otros dos ordenamientos galácticos. NIWDE rápidamente capturó las imágenes.



Foto 5



Foto 6

Habían pasado alrededor de cuatro horas, y de repente, una piedra del espacio golpeó la nave, en ese instante despertaron Martha y Julián.

NIWDE les comentó que había tomado la cámara para capturar unas formaciones en el espacio y que no los despertó, puesto que los había visto muy cansados.

-Tranquilo, no hay problema, eres muy amable, y gracias por registrar las evidencias mientras descansábamos.

De repente Martha alzó la voz diciendo:

-¡Oh por Dios!, Qué lugar del espacio más maravilloso.

- Qué hermoso, dijo Julián, a través de la ventana de la nave.

Al acercarse a este sitio del universo, apreciaron desde distintas proximidades a aquel objeto galáctico, empezaron a fotografiarlo desde el zoom x100 y terminaron en el zoom x1000. Esta formación en particular permitía determinar la carencia de oxígeno e hidrogeno. A pesar de lo hermoso que era para Julián y Martha, ellos comprendieron que este lugar no era apto para la supervivencia del ser humano.



Foto 7, aumento x100



Foto 8, aumento x1000

Finalmente, de regreso a casa, se encontraron un cuerpo galáctico, que se hallaba en una región muy cercana a nuestro sistema solar. Esta agrupación permitía evidenciar conjuntos de estrellas con bastante polvo estelar y rocas gigantes girando alrededor de la zona más lejana del centro. Martha capturó una imagen donde se contempla el imponente cuerpo galáctico:



Foto 9

Esta agrupación estelar giraba tan rápido por el espacio, a tal punto, de perderse visualmente entre el oscuro Universo.

Sorprendidos por tal suceso, decidieron seguirle el paso. Justo antes de alcanzarla, se toparon con la siguiente estructura:



Foto 10

En ella se podían contemplar nubes muy oscuras girando alrededor de un centro iluminado. Por lo tanto, pasaría a ser otro lugar más del espacio que no albergaría la vida humana.

Tristes y desconsolados por no solucionar el problema de la humanidad, retornaron a casa. Martha preparó unos deliciosos sándwiches, que acompañaban un espumoso chocolate. Durante la merienda, intercambiaron experiencias y vivencias. Entrada la noche, NIWDE se despidió triste, y prometió regresar el siguiente mes para seguir la travesía.



Finalmente, Julián y Martha, agradecieron su preocupación y su colaboración durante todo el recorrido.

# GUÍA ORIENTADORA I

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... los científicos estadounidenses el 24 de octubre de 1946, terminada la Segunda Guerra Mundial, lanzaron un misil para obtener la primera foto desde el espacio. Las fotos en su época en blanco y negro, fueron tomadas desde una altura de 65 kilómetros con una cámara de 35 milímetros. Tras alcanzar su máxima altitud, el cohete cayó de nuevo a la Tierra estrellándose contra el suelo a gran velocidad. La cámara cayó destrozada, pero las evidencias se lograron salvar.*

## MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS

Acompaña a Martha y Julián en este emocionante viaje a través del universo, en el cual, ellos registraron sus evidencias a través de fotografías. Estos dos personajes de la historia están interesados por comprender esos objetos galácticos a los que fotografiaron, ayúdales a poder interpretar estas estructuras. A partir de ahora te invitamos a que nos acompañes con las siguientes actividades:



1. Lee el cuento (Mi primer viaje por las galaxias), si lo requieres.
2. Describe los cuerpos galácticos que evidenciaron y fotografiaron Julián, Martha y NIWDE durante el viaje por el universo.

---

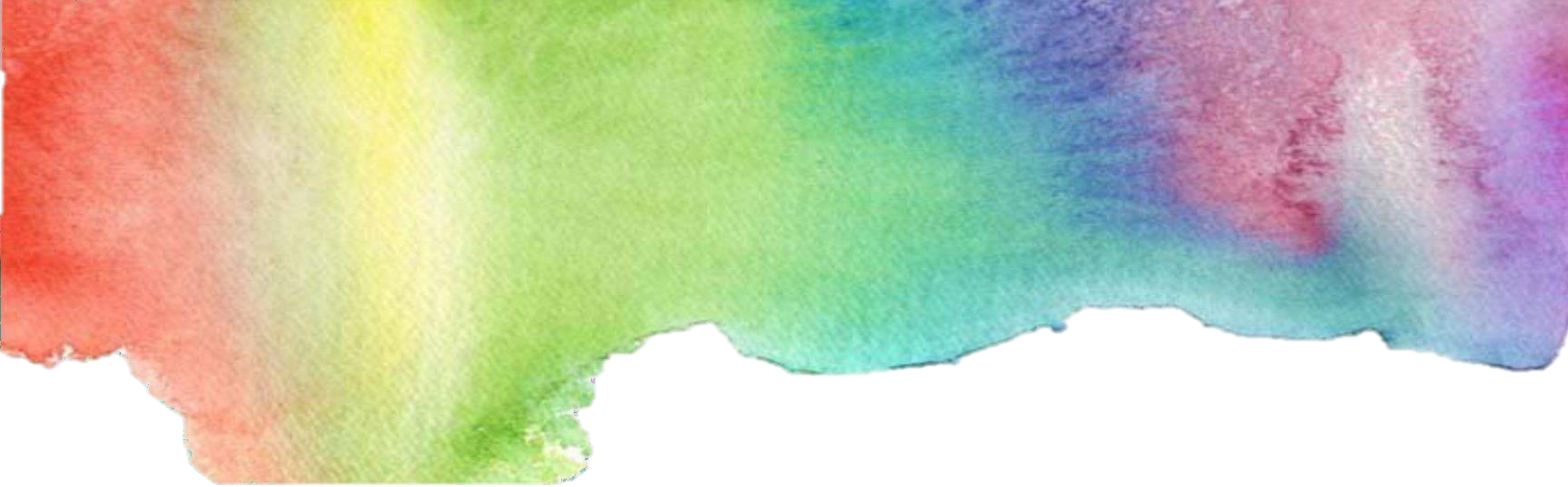
---

---

---

---





---

---

---

---

---

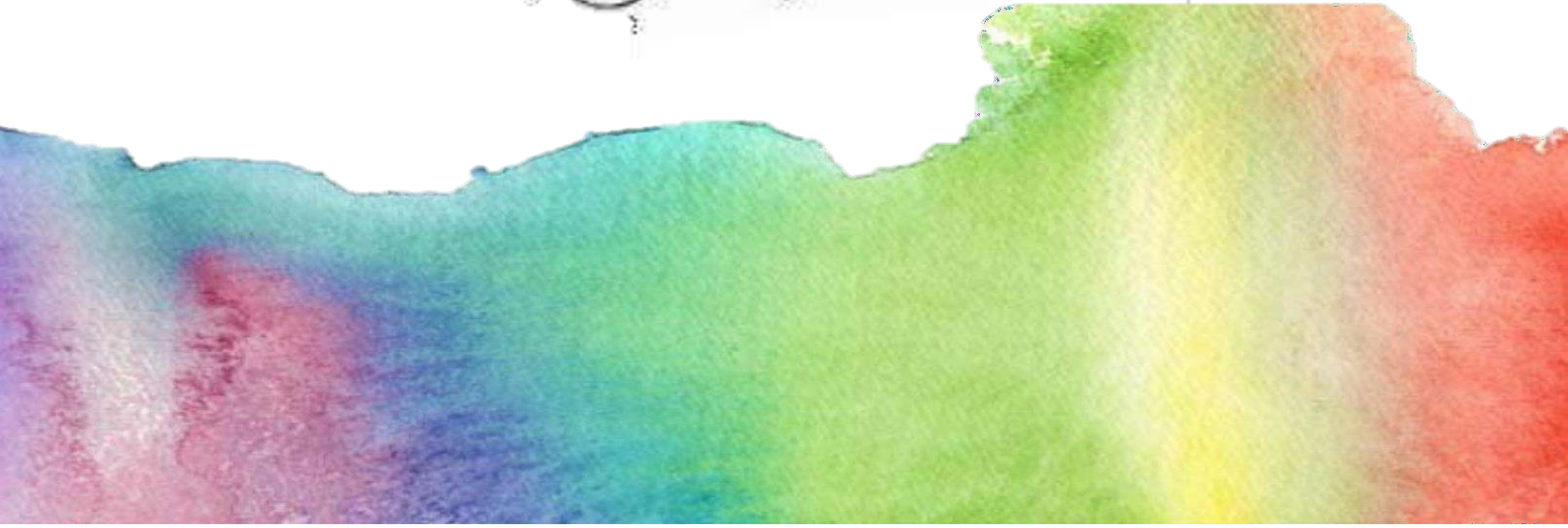
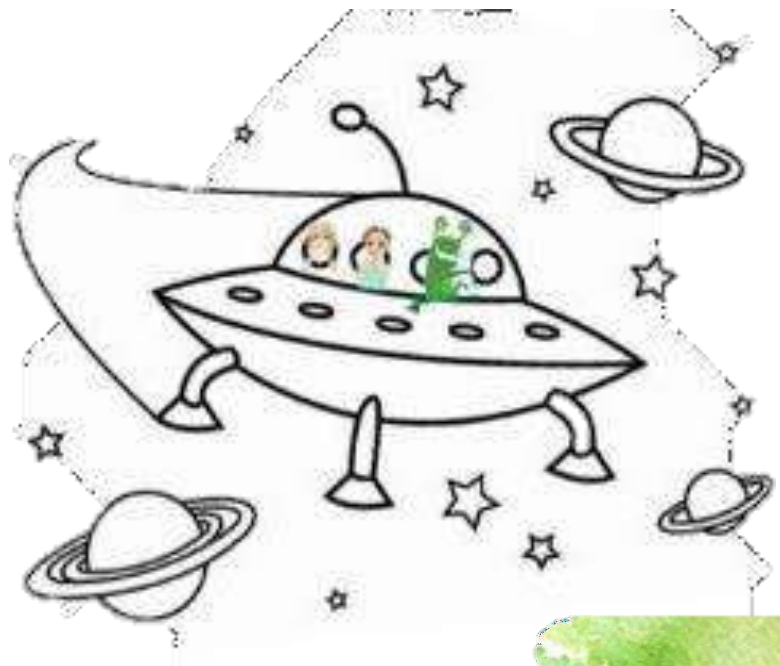
---

---

---

---

---



# GUÍA ORIENTADORA II



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_






**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿sabías qué?... según la NASA, nuestra Vía Láctea, posiblemente en millones de años podría colisionar con la galaxia más cercana que es Andrómeda. Tranquilo no te preocupes, las galaxias son tan inmensas, que están expandidas en los extremos, lo cual, si colisionaran entre sí mismas, los planetas y los sistemas solares no se encontrarían de forma inmediata.*

## **LAS GALAXIAS Y SUS FORMAS**

En la guía orientadora I MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS, vimos como los personajes Julián, Martha y NIWDE realizaron un viaje donde contemplaron, observaron y fotografiaron varias galaxias, de acuerdo con ello, se logró determinar unas características propias. Ahora, te invitamos a que realices las siguientes actividades para continuar con nuestra aventura de intentar ayudar a los personajes a comprender y conocer las galaxias:

1. Vuelve a retomar el cuento, si lo necesitas.
2. De acuerdo a la descripción que hiciste en la guía I, donde hablabas de las formas de las galaxias, clasifica las galaxias fotografiadas por nuestros personajes en el siguiente recuadro, de manera que se ubique el número de la fotografía al frente de la forma galáctica que tenga mayor semejanza, ponle el nombre que consideres que es el más pertinente.

Forma galactica	Foto No	Nombre
		
		
		
		
		

3. De acuerdo con el punto anterior, ¿Por qué le pusiste ese nombre a las galaxias?, ¿qué criterios tuviste para categorizarlas?

Foto No.	Nombre	¿Por qué le colocaste ese nombre?
1		
2		
3		
4		

5		
6		
7		
8		
9		
10		

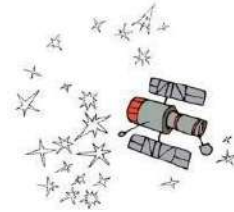


# GUÍA ORIENTADORA III

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... El telescopio espacial Hubble, observó una pequeña porción del espacio durante 12 días y descubrió 10.000 galaxias de todo los tamaños, formas y colores. Algunos científicos creen que podría haber cien mil millones de galaxias en el universo. Tomado de: NASA ciencia, SpacePlace. Article last updated. June 4, 2020.*



## NOTI- GALAXIAS

Luego del trabajo realizado en las dos sesiones anteriores (MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS y LAS GALAXIAS Y SUS FORMA), te convidamos a que realices las siguientes actividades:

1. Escribe un artículo corto, en el que narres, lo que observaron los personajes del cuento durante su viaje y explica el nombre que les diste a las galaxias y la clasificación que les otorgaste, para contarle al mundo la aventura de estos personajes.

---

---

---

---

---

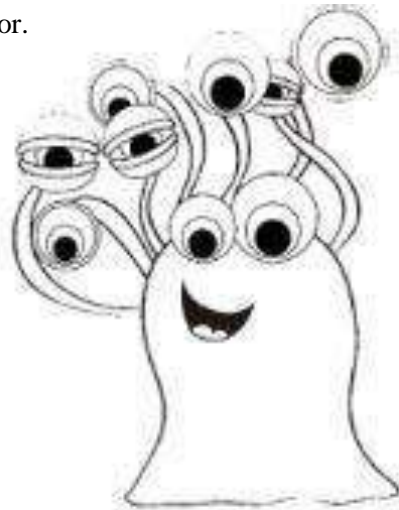
---

---

---

Handwriting practice lines on a white background with a colorful watercolor border at the top.

2. Realiza un video, tipo reportaje, en el que, a modo verbal, comuniques lo que plasmaste en el artículo del punto anterior.





**FASE 2**

**PROBLEMA**

# GUÍA ORIENTADORA IV

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... aproximadamente hace 50 años, se generó una nueva rama en las matemáticas donde se ha permitido explorar las irregularidades presentes en la naturaleza. De tal manera, los matemáticos y científicos se han cuestionado sobre el comportamiento a sus diferentes escalas, por lo tanto, uno de los primeros interrogantes a solucionar es: ¿Existe algún patrón que siguen las ramas de un árbol cuando crecen? o ¿Cuáles patrones siguen la formación de las estrellas en la galaxia? Los fenómenos naturales anteriormente expuestos, se pueden descifrar gracias a la geometría fractal.*



## FORMAS FRACTALES EN LA NATURALEZA

Dado que en tu clase de geometría has venido trabajando sobre los fractales lineales, es interesante que observes que, en la naturaleza muchos cuerpos presentan dichas configuraciones e incluso existen fenómenos que tienden a generar estructuras de tipo fractal. Por ejemplo, las espirales de la cáscara de un Nautilus, las cuales poseen una espiral particular, parecida a la de un huracán y a la de una galaxia.

De acuerdo con lo anterior, emprendemos una travesía emocionante a través de la naturaleza y el espacio, allí detallaremos las formas que presenta, algunas con patrones muy extraños y otras con patrones muy definidos. Te invitamos a que nos acompañes observando algunas de las formas presentes en la naturaleza.





3. Preguntas orientadoras:

En el video del enlace dos, se dice que las galaxias se pueden presentar de forma fractal, entonces: ¿Consideras que las galaxias forman fractales?, ¿Por qué sí o por qué no?, si se presentan formas de tipo fractal, ¿Cómo se darían esas formas fractálicas en las galaxias? e intenta dibujarlas de la manera que consideres más adecuada.

---

---

---

---

---

---

---

---





**FASE 3**

**GALAXIAS**

# GUÍA ORIENTADORA V

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... una galaxia es considerada como una organización de cuerpos celestes, materia del espacio (gas y polvo) y estrellas, que están conformadas por una región organizada del espacio, por efecto de la atracción gravitatoria.*

## LAS GALAXIAS

### PARTE I

En el viaje que hiciste junto a Julián y Martha, te percataste que ellos quedaron con muchos interrogantes como por ejemplo sobre: ¿A qué se refería NIWDE cuando nombraba las galaxias?, e incluso a preguntarse sobre ¿Cuáles son sus características? Te invitamos a realizar las siguientes actividades.

1. Si tuvieras que explicarles a Martha y Julián qué es una galaxia y cuáles son sus características, cómo se lo explicarías:



3. Ahora, te invitamos a indagar y conocer sobre lo que los investigadores de la Tierra han establecido como cuerpo galácticos o galaxias y sus características.

Actualmente, los investigadores han conformado un grupo de científicos de todos los lugares del mundo, llamado Unión Internacional Astronómica, o en sus siglas UIA, siendo esta organización la encargada de establecer las definiciones, categorizaciones y demás elementos que estudia la Astronomía. Recordemos que ésta es una ciencia que se encarga de estudiar la estructura, composición de los astros, determinar su ubicación en el universo y establecer las leyes que los rigen.

Según la UIA las galaxias son grandes concentraciones de estrellas, gas, materia oscura y polvo interestelar, que se mantienen juntas por la acción gravitacional. Gracias a los aportes observacionales que realizó el astrónomo estadounidense Edwin Hubble a principios del siglo XX, se ha logrado establecer que existen miles de galaxias además de la Vía Láctea, y que el universo está en constante expansión.



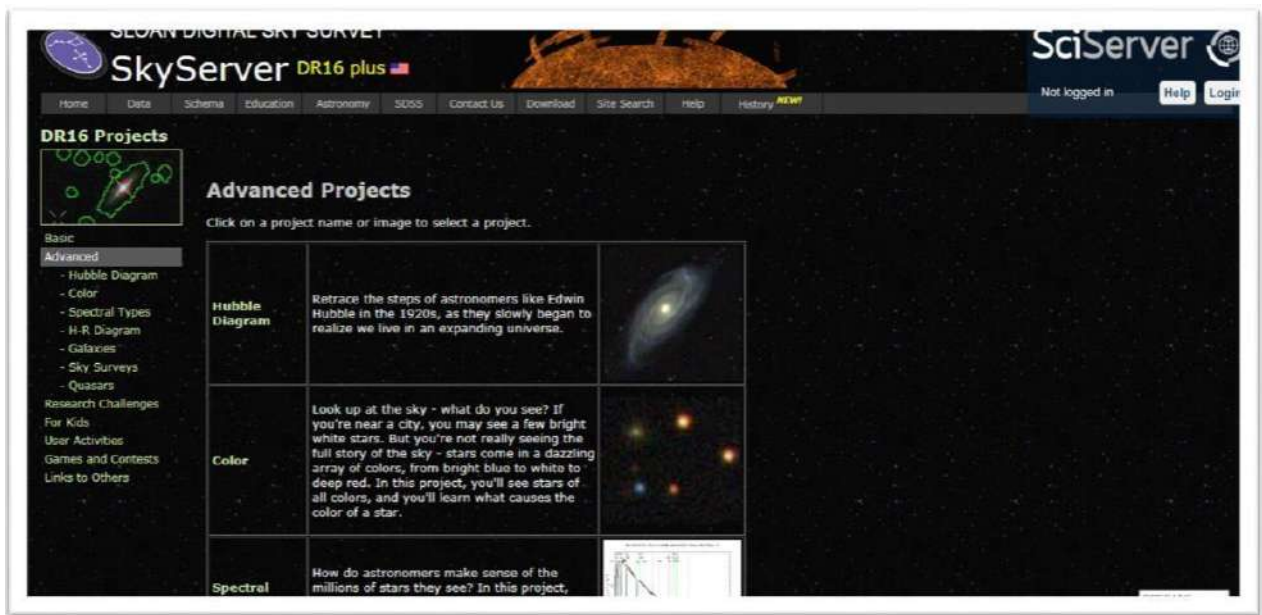
Los astrónomos consideran que la estructura de las galaxias presenta tres elementos importantes:

- **Bulbo:** Es la parte de la galaxia donde su dinámica es demasiado masiva. Se considera que alberga un agujero negro y que su región es bastante iluminada. Por otro lado, las estrellas que se encuentran allí son las más antiguas en relación con las que contiene la galaxia.
- **Disco:** Es una región de la galaxia donde hay presencia de gas, polvo, formación de estrellas jóvenes y grandes nebulosidades.
- **Halo:** Es una zona poco densa que no tiene mucha presencia de estrellas por la poca concentración o aglomeración de polvo y gases estelares.

Los consensos a los que han llegado los científicos, han permitido determinar, que no todas las galaxias son iguales, puesto que presentan una forma distinta, pero albergan dos estructuras similares, las cuales son: bulbo y el halo.

Gracias a la forma desigual que presenta el disco, los científicos han identificado una forma de organizar y clasificar las galaxias, a través de unos criterios o elementos que permiten expresar su similitud, apariencia y caracterización de las mismas. Por lo tanto, los investigadores basaron sus exploraciones a través del modelo Hubble.

Para visualizar lo descrito anteriormente, nos remitiremos a nuestra computadora, donde a través del buscador de internet, ingresaremos al siguiente enlace de la plataforma SkyServer DR 16 plus: <http://skyserver.sdss.org/dr16/en/proj/advanced/advancedhome.aspx>.



Ramírez, C. 2021. Plataforma SkyServer DR 16 plus. Ilustración de la página web.

Después de haber entrado al enlace, nos remitiremos a la sección PROYECTOS AVANZADOS, allí se halla un apartado denominado GALAXIAS, lee con atención la definición de galaxia y sus propiedades.

3. Luego de haber realizados las actividades 1 y 2, analiza y escribe en el siguiente cuadro qué elementos le agregarías y suprimirías a la explicación que diste inicialmente a Julián y Martha sobre las galaxias y explica, por qué lo harías.

Qué...	Por qué...
Agregarías...	
Suprimirías...	

4. Con lo realizado en los puntos 2 y 3, en media página escríbeles una carta a Julián y Martha, donde se plasme lo que es una galaxia y cuáles son sus particularidades o características, con el fin de ayudarlos a entender, cuando NIWDE se refería a los cuerpos galácticos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



- ¿Por qué consideras que las galaxias presentan dichas desigualdades?

---

---

---

- ¿Qué propiedades y particularidades en su morfología, se detallan en las galaxias para poder diferenciarlas?

---

---

---



- Según lo que dicen los expertos ¿Cómo se define una galaxia y qué colores pueden llegar a tener estas?

---

---

---

2. De acuerdo con la primera actividad, ¿Podría catalogar el ordenamiento galáctico de Hubble de otra manera?, de ser así, esboza o plasma en una ilustración o dibujo tu propuesta de ordenamiento galáctico, haciendo un paralelo gráfico a la estructura de Hubble.

A large, empty rounded rectangular box with a black border, intended for the student to draw their proposed galactic classification. The background of the page is a colorful, abstract pattern of purple, blue, and pink.



# GUÍA ORIENTADORA VI

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... La mayoría de las galaxias tienen aproximadamente entre 10 mil millones y 13.6 mil millones de años. Cabe resaltar, que nuestro universo tiene aproximadamente 13.8 mil millones de años, por lo tanto, la mayoría de las galaxias se formaron cuando el universo era muy joven.*



## FORMAS Y MÁS FORMAS








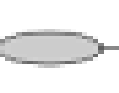
Con lo desarrollado y trabajado en la Guía Orientadora VI, te convidamos a que realices las siguientes actividades:

1. De acuerdo con los criterios propuestos por Hubble, se crean dos grupos de galaxias denominadas galaxias espirales y elípticas. La secuencia incluye un tipo de galaxia intermedia denominada galaxia lenticular. Finalmente, Hubble adicionó otra categoría la cual no cumple con los criterios mencionados, a la que denominó galaxia irregular.

Finalizada la observación y distinción de las galaxias en la guía anterior, te invitamos a registrar en la siguiente tabla, 10 galaxias diferentes según el tipo y la clase a la que correspondan. Ten presente lo siguiente:

La secuencia hace referencia a cuatro principales tipos de galaxias:

- Con la letra (E) se nombrarán a las galaxias elípticas.
- Con la letra (S0) se nombrarán a las galaxias lenticulares.
- Con la letra (S) se nombrarán a las galaxias espirales (S). Cabe resaltar que las espirales se dividen en dos tipos: galaxias espirales normales y galaxias espirales barradas.
- Con la letra (IRR) se nombrarán a las galaxias irregulares.

Imagen galáctica	Tipo de Galaxia	Clasificación (S,S0,Irr,E)
		
		
		
		
		
		
		
		
		

		
---	--	--

2. Con lo desarrollado en la tabla anterior, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los criterios que Hubble destaca para categorizar las galaxias presentes en el universo?

---

---

---

- Retomando la guía anterior sobre el trabajo de Hubble, ¿Consideras que existe relación entre las ideas que plasmaste con la estructura que Hubble presenta?

---

---

---

3. Con lo que has aprendido hasta el momento, ayuda a Martha y a Julián a clasificar nombrar, según los criterios Hubble, las galaxias que observaron y fotografiaron en su viaje por el espacio. Apóyate para esta actividad, con el ejemplo de la fotografía No. 1.



Foto Galáctica No.1: Galaxia tipo Sb



Foto Galáctica No.2: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.3: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.4: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.5: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.6: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.7: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.8: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.9: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.10: \_\_\_\_\_



# FASE 4

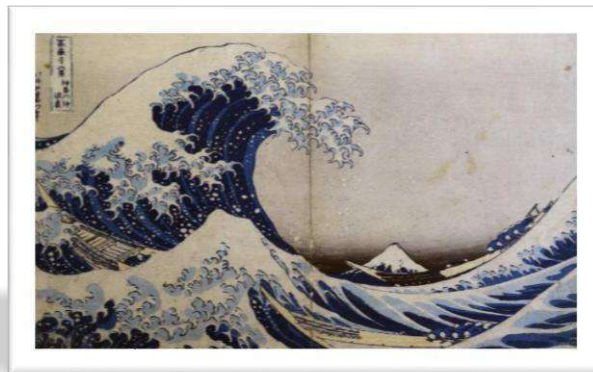
FRACTALES

# GUÍA ORIENTADORA VII

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... la obra de 1830 denominada, La gran ola de Kanagawa, del artista japonés Katsushika Hokusai, muestra, que una ola madre está compuesta por cientos de olas iguales, pero a menor tamaño.*



*Gran ola de Kanagawa. 1830. Recuperado de: <https://artsandculture.google.com/asset/the-great-wave-off-the-coast-of-kanagawa/fAFp7yddSAtcTQ?hl=es-419&ms=%7B%22x%22%3A0.5%2C%22y%22%3A0.5%2C%22z%22%3A9.149653806348724%2C%22size%22%3A%7B%22width%22%3A1.9614171824528617%2C%22height%22%3A1.2374999999999996%7D%7D>*

## **Formas Fractales**

La siguiente actividad nos permitirá explorar la delicadeza de las formas de los fractales y mirar desde otro tipo de geometría, las particularidades que guardan éstas. Sin embargo, si en algún

momento te llegas a sentir perdido, ¡tranquilo! recuerda que tienes el apoyo de tu profesor y compañeros.

Inicialmente nos remitiremos al concepto de fractal y sus características, posteriormente nos apoyaremos en la plataforma GeoGebra, para poder visualizar los fractales lineales, como, por ejemplo, el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

1. Con base en tus clases de geometría y la información que has obtenido de éstas, qué puedes decir acerca de: ¿Qué es un fractal? y ¿cuáles son sus características?, ¿cómo lo explicarías?:



2. Te invitamos a seguir estudiando estas rarezas de la naturaleza para aproximarnos al concepto de fractal, sus características y sus formas a través del programa de GeoGebra, donde evidenciaremos figuras geométricas de fractales lineales, tales como el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

En el siglo XX, un científico polaco llamado Benoit Mandelbrot, se interesó por las figuras incomprensibles que mostraba la naturaleza, dichas formas, no se podían explicar con la geometría clásica que conocemos como lo es el punto, círculo, triángulo, cuadrado y sus combinaciones, por lo tanto, esta nueva estructura observada en la naturaleza, no encajaba con las geometrías que existían hasta ese momento.

Mandelbrot definió a estas estructuras, como minúsculas partes iguales del objeto, las cuales se repiten sucesivamente a proporciones más minúsculas o viceversa, manteniendo su forma en relación con la original.

Estas estructuras poseen dos propiedades elementales que son:

- Su forma irregular, al observarlas, no pueden ser descritas en términos geométricos tradicionales.



Fig.1. Fractal natural. BBC. News. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50604356>

- Otra particularidad de estas estructuras es la auto similitud que guardan en relación con su forma inicial, por medio de copias más pequeñas de la misma figura.

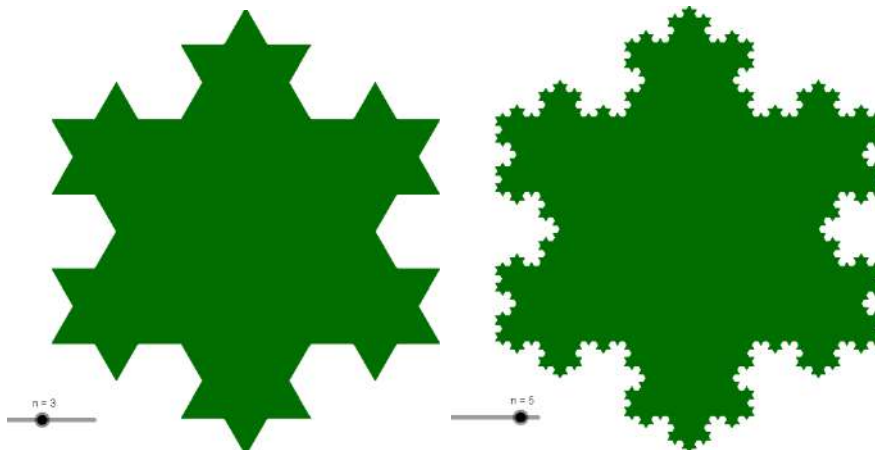


Fig.2. Isla de koch. Elaborado en: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

Cabe resaltar, que las copias son similares en forma, pero a diferente tamaño, en relación al objeto original, como se evidencia en la Fig.2. Otro punto a mencionar es que los fractales naturales como la ramificación del árbol, que vamos a ver a continuación, se diferencia de los fractales matemáticos puesto que se extiende a sólo un rango de escalas cercana a la atómica y allí termina.

De acuerdo con lo anterior, nos aproximaremos más a las formas fractales, características y configuraciones a través del programa de GeoGebra. Allí se presentan fractales clásicos en el plano como, por ejemplo, el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

Ingresa al siguiente enlace: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

Luego dirígete al apartado de Fractales clásicos en el plano y allí visualizaremos el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch. Analiza el comportamiento de cada uno de éstos, desde las diferentes iteraciones. Recuerda que una iteración es una repetición de la estructura a una porción más pequeña del espacio, desde  $n=1$  hasta  $n=7$ . Apóyate en las figuras 3 y 4.



Fig.3 y 4. Triángulo de Sierpinski. Obtenido de: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

3. De acuerdo con lo que has observado y analizado en la actividad anterior, responde las siguientes preguntas:

- ¿A qué valor tiende cuando ( $n$ ) se vaya haciendo más y más grande?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- ¿Qué características en común guardan los fractales clásicos?

---

---

---

---

---

---

---

---

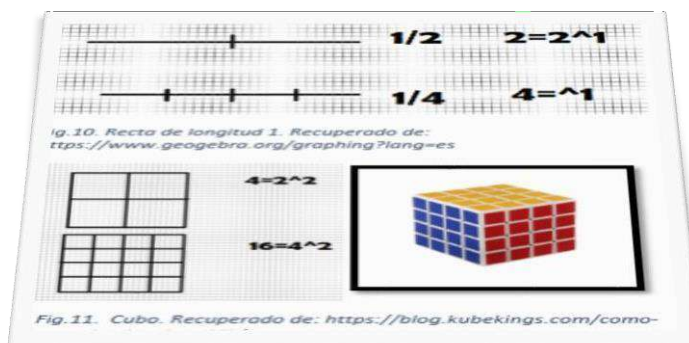


# GUÍA ORIENTADORA VIII

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... El concepto de dimensión cambio su forma de pensarse con la creación de la geometría fractal; comúnmente el uso de este concepto en la geometría clásica atiende a concebir la recta como una dimensión, al plano como segunda dimensión y al volumen como tercera dimensión.*



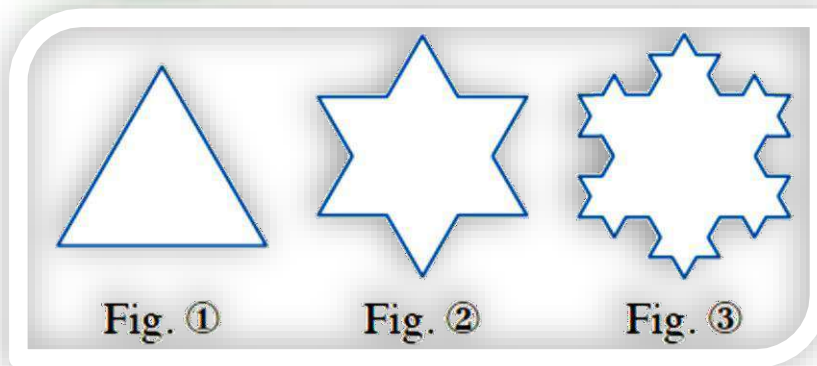
*La dimensión fractal corresponde a aquella estructura del espacio donde vive en medio de dos dimensiones, es decir, es aquella que es representada a través de una fracción no entera.*

## FRACTALES NATURALES

Te invitamos a que continúes en esta hermosa y fascinante aventura conociendo sobre los fractales. De acuerdo con la guía orientadora VII, retomaremos dichas experiencias para abordar la siguiente actividad:

1. El matemático sueco Niel Helge Von Koch en 1904, creó una serie que responde a los comportamientos observados en la naturaleza, como es la curva de Koch y la Isla de Koch, los cuales se detallaron en la sesión anterior.

Por lo tanto, y de acuerdo con lo que hemos venido desarrollando, podemos inferir que el fractal de Koch se caracteriza por poseer una similitud parecida a la de un copo de nieve, como lo muestran las siguientes figuras:



Fractal de koch. Fig1, 2, 3. Monstruo fractal. Recuperado de: <https://www.edu-casio.es/wp-content/uploads/2019/12/Copo-de-nieve-de-Koch.pdf>



Brócoli Romanesco. 2020. Recuperado de: <https://es.quora.com/Por-qu%C3%A9-es-importante-cortar-las-verduras-en-un-tama%C3%B1o-uniforme-antes-de-cocinarlas>

En la Fig. 1, nos encontramos con un triángulo equilátero (polígono regular que tiene sus tres lados iguales). La construcción de la Fig. 2, se da a través de la división de la recta de cada lado, con longitud 1 en tres partes iguales, se elimina el segmento la parte central para que sea tomada como la nueva base para la generación del nuevo triángulo equilátero. Posteriormente se realiza el mismo proceso para la construcción de la Fig. 3.

Teniendo en cuenta el modelo que se utiliza para construir cada nueva figura, desarrolla la siguiente actividad:

- Dibuja en el siguiente cuadro, o en una hoja de papel, cuál sería la figura obtenida en figura número 4



- ¿Qué pauta y criterios tuviste en cuenta para realizar la figura o secuencia número 4?  

---

---

---
- Consideras que el brócoli Romanesco tiene una morfología que se repite a diferentes escalas. ¿Por qué?  

---

---

---
- De acuerdo con los puntos anteriores, ¿Cómo se relaciona el fractal de Koch con el brócoli Romanesco?  

---

---

---





# FASE 5

EJERCITACIÓN

# GUÍA ORIENTADORA IX

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... Galileo Galilei en 1610, a través del telescopio realizó observaciones sobre el cielo nocturno y divisó sobre el horizonte nuevos cuerpos en el universo. Con ello, logró agrandar más los conocimientos que se tenían hasta ese momento acerca de los objetos astronómicos distinguidos.*

## FRACTALES Y GALAXIAS

Con el trabajo que has desarrollado hasta ahora, Martha y Julián se han interesado en establecer si las formas que presentan las galaxias responden a un comportamiento fractal, como ocurre con otras estructuras de la naturaleza.

Ayuda a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal que defina la forma de las galaxias, para ello te invitamos a realizar las siguientes actividades.

1. Marta y Julián seleccionaron 5 imágenes de las galaxias que observaron y fotografiaron en su viaje, eligiendo las 5 formas propuestas en la clasificación de Hubble. Obsérvalas detenidamente, de manera que puedas completar la tabla:

### Galaxia A



### Galaxia B



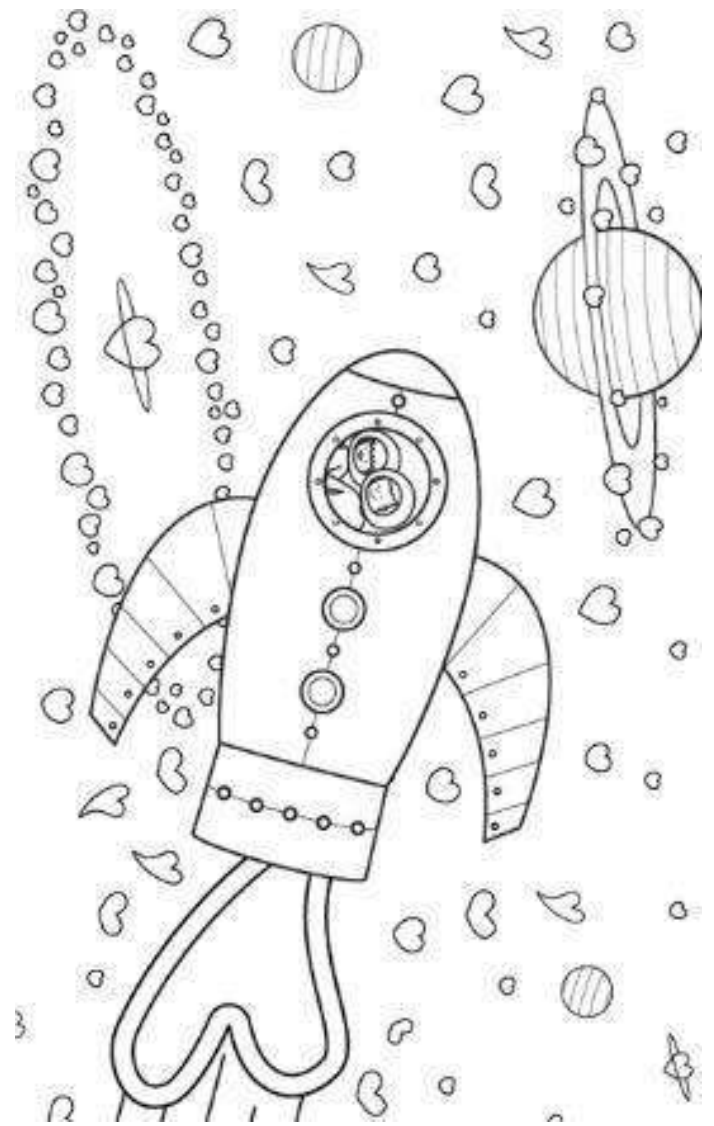
**Galaxia C**



**Galaxia D**



**Galaxia E**



FOTOGRAFIA	Establece el Tipo de Galaxia	Describe la forma de la galaxia	¿La forma de la galaxia presenta similitud con algún elemento de la naturaleza? ¿Con qué y por qué?	¿La forma de la galaxia presenta similitud con alguna forma geométrica que conozcas? ¿Con cuál y por qué?
Galaxia A				
Galaxia B				
Galaxia C				

<b>Galaxia F</b>				
<b>Galaxia E</b>				



# GUÍA ORIENTADORA X

NOMBRE: \_\_\_\_\_

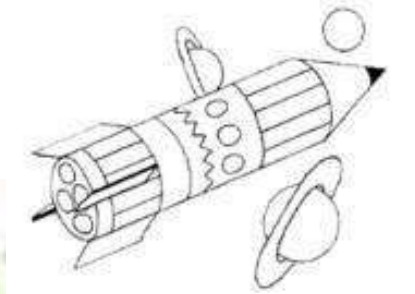
CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... la cosmología fractal en la física ha tenido gran acogida, puesto que la estructura que presenta el universo a gran escala, se asimila a la forma de un fractal. Por lo tanto, estudios científicos desde la rama de la cosmología observacional, hacen uso de un modelo como el de Hubble, para hablar del espacio a fin de establecer su estructura desde una pequeña escala.*

## ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?

Continuemos con nuestro propósito por ayudar a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal en la forma de las galaxias que observaron.

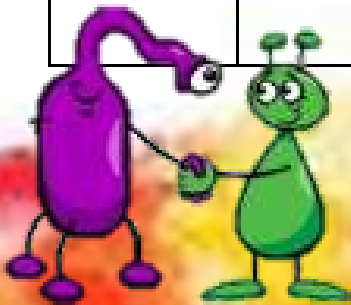
1. Para esto y con base en las observaciones y descripciones que realizaste en las actividades de la guía orientadora anterior, analiza tus consideraciones para poder determinar si existe, o no, un vínculo entre las formas de las galaxias y los fractales completando la siguiente tabla:



FOTOGRAFIA	¿Identificas algún tipo de forma fractal presente en la morfología de la galaxia? ¿Por qué sí o por qué no? ¿De haberlo encontrado cuál sería?	¿Qué criterios tuviste en cuenta para establecer o no, una relación entre la morfología de la galaxia con los fractales? Descríbelos:	¿La estructura geométrica que se observa de las galaxias tiene algún tipo de similitud a la configuración de un fractal?
Galaxia A			
Galaxia B			
Galaxia C			



<b>Galaxia F</b>			
<b>Galaxia E</b>			

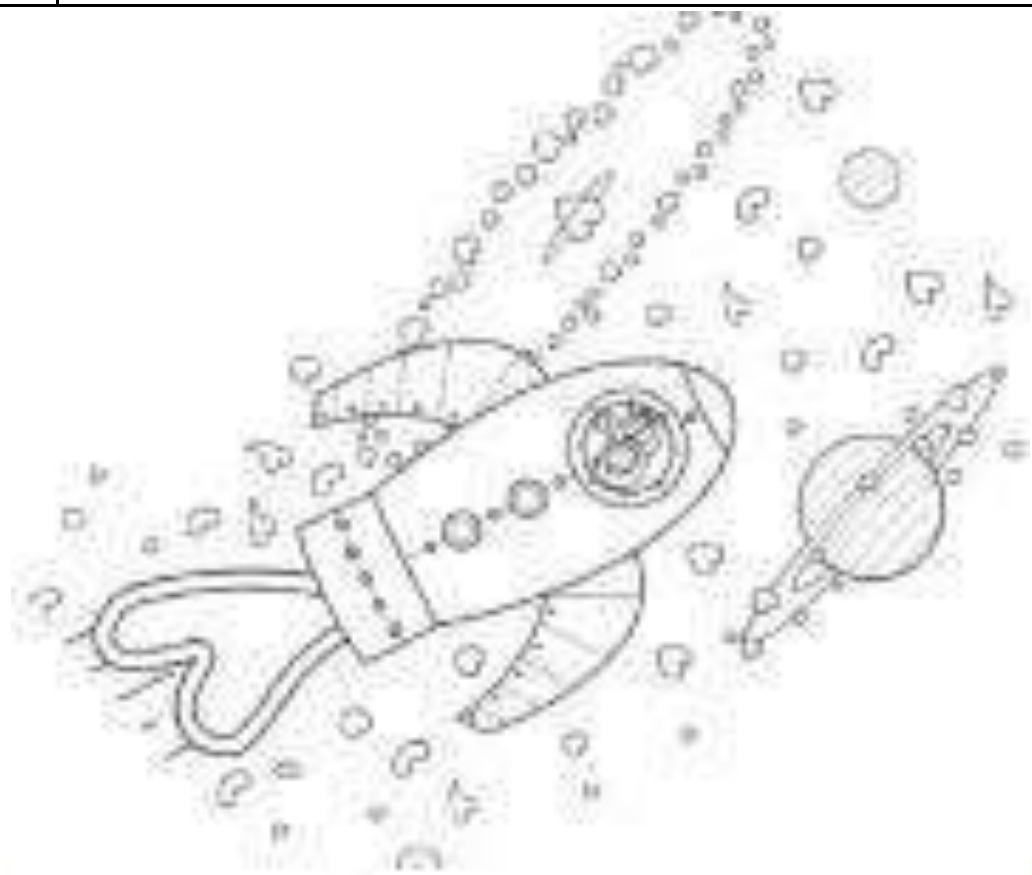


2. Si lograste establecer en las galaxias algún tipo de similitud a la configuración de un fractal, dibuja en forma de fractal la galaxia en la, o las que lo evidenciaste:

<b>FOTOGRAFÍA</b>	<b>Estructura fractal identificada</b>
<b>Galaxia A</b>	
<b>Galaxia B</b>	
<b>Galaxia C</b>	
<b>Galaxia D</b>	



Galaxia E	



# GUÍA ORIENTADORA XI

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... los científicos están tras la búsqueda de reconstruir la historia entera del universo, a través, de la distribución de la materia en el espacio que se ha ido ordenando por más de 14 mil millones de años, gracias a la gravedad y la expansión del universo. Cabe resaltar que la forma en que se distribuya la materia, permite pensar su configuración o estructura y su agrupación, llegando a parecerse al de un fractal.*

## ¡CONCLUYAMOS!

Finalmente, para ayudar a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal en la morfología de las galaxias que observaron, te invitamos a que compares y debatas con tus compañeros de grupo, los resultados del análisis del trabajo desarrollado en la guía ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?

1. Organiza a modo de presentación PowerPoint el trabajo desarrollo en la guía ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?
2. Organiza con tu maestro y compañeros, un escenario donde ellos y tú, puedan socializar y exponer sus análisis sobre lo trabajado en la guía anterior.
3. Identifica 3 compañeros con los que estás de acuerdo en su análisis y 3 con quienes estás en desacuerdo. Escribe las razones por las que están de acuerdo o en desacuerdo.



Nombre del compañero	Estoy de acuerdo porque...	Estoy en desacuerdo porque...




4. Con estas seis posturas del punto anterior, organiza una mesa redonda, en la cual debatan sobre sus razones o argumentos si están de acuerdo o en desacuerdo.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




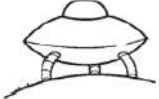







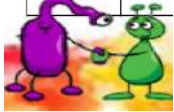
- 
- 
- 
6. Con el grupo de la mesa redonda estructuren y presenten a modo de exposición, una conclusión dirigida a Martha y Julián. Ayúdense visualmente con una presentación PowerPoint.

Gracias por tu colaboración y trabajo durante esta aventura, con ello, hemos logrado entender a las galaxias, los fractales y poder relacionarlos para saber si existe o no, un comportamiento fractal en la morfología de las galaxias. Espero verte en una próxima aventura para seguir viajando y conociendo el universo.



### Fuentes y referencia de imágenes

Las imágenes que se encuentran en la cartilla didáctica, fueron tomadas de las siguientes páginas web:

IMAGEN	FUENTE BIBLIOGRAFICA
	Fig.1. Ovni con una dona. Recuperado de: <a href="https://co.pinterest.com/pin/811492426606931219/">https://co.pinterest.com/pin/811492426606931219/</a>
	Fig.2. Cómo dibujar un Ovni o Platillo Volante. Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hTQjRFIFEB0">https://www.youtube.com/watch?v=hTQjRFIFEB0</a>
	Fig.3. Dibujo de cómo dibujar el logo de YouTube fácil paso a paso. Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hE3ccb2Z-g">https://www.youtube.com/watch?v=hE3ccb2Z-g</a>
	Fig.4. Dibujo alíen teniendo una hoja. Recuperado de: <a href="https://es.dreamstime.com/e-image118636091">https://es.dreamstime.com/e-image118636091</a>
	Fig.5. Dibujo de E.T. el extraterrestre señalando con el dedo. Recuperado de: <a href="https://www.stickpng.com/es/img/comics-y-fantasia/et-lestraterrestre/et-el-extraterrestre-senalando-con-el-dedo">https://www.stickpng.com/es/img/comics-y-fantasia/et-lestraterrestre/et-el-extraterrestre-senalando-con-el-dedo</a>
	Fig.6. Dibujo alíen morado. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/alien-morado.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/alien-morado.html</a>
	Fig.7. Dibujo para colorear. Recuperado de: <a href="http://es.hellokids.com/c_29835/dibujos-para-colorear/dibujos-infantiles/espacio-y-extraterrestres/cohete-espacial">http://es.hellokids.com/c_29835/dibujos-para-colorear/dibujos-infantiles/espacio-y-extraterrestres/cohete-espacial</a>
	Fig.8. Escudo colegio José Manuel Restrepo. Recuperado de: <a href="https://www.redacademica.edu.co/colegios/colegio-jos-manuel-restrepo-ied">https://www.redacademica.edu.co/colegios/colegio-jos-manuel-restrepo-ied</a>
	Fig.9. Dibujo de astronauta cayendo. Recuperado de: <a href="http://co.pinterest.com/pin/579768152000122088/?autologin=true">http://co.pinterest.com/pin/579768152000122088/?autologin=true</a>
	Fig.10. Dibujo Marciano: vectores, gráficos, imágenes vectoriales. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/marciano.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/marciano.html</a>












	<p>Fig.11. Dibujo acuarela. Recuperado de: <a href="https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/">https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/</a></p>
	<p>Fig.12. Dibujo niño sosteniendo tablero. Recuperado de: <a href="https://www.istockphoto.com/es/vector/ni%C3%B1o-de-dibujos-animados-sosteniendo-un-tablero-en-blanco-vac%C3%ADo-con-espacio-para-la-gm1264436235-370331796">https://www.istockphoto.com/es/vector/ni%C3%B1o-de-dibujos-animados-sosteniendo-un-tablero-en-blanco-vac%C3%ADo-con-espacio-para-la-gm1264436235-370331796</a></p>
	<p>Fig.13. Dibujo de ojos alienígena. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/extraterrestres.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/extraterrestres.html</a></p>
	<p>Fig.14. Profesor enseñando en servicio. Recuperado de: <a href="https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tlats">https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tlats</a></p>
	<p>Fig.15. Dibujo soy alíen. Recuperado de: <a href="https://co.pinterest.com/pin/487233253415006481/">https://co.pinterest.com/pin/487233253415006481/</a></p>
	<p>Fig.16. Dibujo de Alíen con un arma. Recuperado de: <a href="https://galeria.dibujos.net/espacio/alien-con-una-arma-pintado-por-ornitorrin-9750831.html">https://galeria.dibujos.net/espacio/alien-con-una-arma-pintado-por-ornitorrin-9750831.html</a></p>
	<p>Fig.17. Ilustración extraterrestre. Recuperado de: <a href="https://www.pngwing.com/es/free-png-zfdyg">https://www.pngwing.com/es/free-png-zfdyg</a></p>
	<p>Fig.18. Disney Pixar: Toy Story 4. Recuperado de: <a href="https://www.amazon.com/-/es/Disney-Pixar-incluye-protectora-compatible/dp/B07RJP7FDC">https://www.amazon.com/-/es/Disney-Pixar-incluye-protectora-compatible/dp/B07RJP7FDC</a></p>
	<p>Fig.19. Dibujo acuarela. Recuperado de: <a href="https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/">https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/</a></p>
	<p>Fig.20. Dibujo alíen leyendo libro. Recuperado de: <a href="https://www.redbubble.com/es/i/poster/Alien-leyendo-un-libro-de-SaradaBoru/24719963.LVTDI">https://www.redbubble.com/es/i/poster/Alien-leyendo-un-libro-de-SaradaBoru/24719963.LVTDI</a></p>
	<p>Fig.21. Dibujo de cuaderno con símbolos y números. Recuperado de: <a href="https://sites.google.com/site/matematicasparaprimergradoi/">https://sites.google.com/site/matematicasparaprimergradoi/</a></p>



Fig.22. Dibujos de Ovnis para colorear. Recuperado de:  
<https://www.pinterest.es/pin/608197124647830213>

Guía para el

docente



# FASE I: DIAGNÓSTICO

## MOMENTO A

En el momento A, se busca evidenciar el estado de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación de los estudiantes.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	Identificar el estado de la habilidad de observación en los estudiantes	MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS	Cuento “Mi primer Viaje por las Galaxias”  Guía Orientadora I	Con la descripción y respuestas de los estudiantes, se espera determinar el estado de su habilidad de observación.
2 2 horas	Reconocer el estado de la habilidad de análisis en los estudiantes	GALAXIAS Y SUS FORMAS	Cuento “Mi primer Viaje por las Galaxias”  Guía Orientadora II	Mediante las respuestas y las especificaciones de los estudiantes, se espera determinar el estado de la habilidad de análisis.
3 2 horas	Examinar el estado de la habilidad de argumentación en los estudiantes	NOTI-GALAXI	Cuento “Mi primer Viaje por las Galaxias”  Guía Orientadora III	Recolectar información sobre el estado en que se encuentra el estudiante sobre la habilidad de argumentación.

# MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS

COLEGIO JOSÉ MANUEL RESTREPO

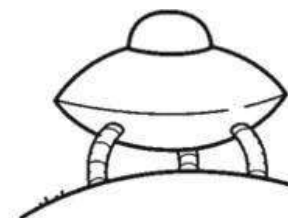


Julián y Martha, unos niños muy curiosos, pasaban todos los días explorando el cielo nocturno a través de su telescopio, donde observaban las estrellas, los planetas y las galaxias más contiguas.

Una noche, cuando la luna resplandecía en lo más alto, se percataron que un OVNI sobrevolaba su preciosa casa. Este descendió suavemente para posarse sobre el jardín. De aquella nave, salió un ser bastante raro, mitad humana y su otra mitad no se distinguía.

Ambos bajaron a detallar tal ser no identificado, de apariencia verde babosa, alto y gordo; que parecía medir tres metros de estatura.

Julián y Martha se asustaron al ver al extraterrestre.



– ¿Estamos en un sueño?, dijo Julián.

– Creo que sí, dijo Martha.

– ¡No!, contestó Julián. Mira, sentimos el viento por nuestras mejillas. ¡Estamos despiertos! ¡Estamos en el jardín! ¡No es un sueño!



El ser de apariencia verde babosa, se presentó educadamente diciendo: Mi nombre es NIWDE vengo del planeta LICEOS, pasé por tu planeta para llevarlos a otro sitio del universo, donde la raza humana pueda sobrevivir de la pandemia que los agobia. Desde mi planeta estudiaba sus lenguas y me percaté de la devastadora muerte de miles de personas a causa de un virus. Mis compañeros extraterrestres, están dispuestos a transportarlos a cualquier lugar del espacio. Los invito a viajar por el universo, para que encuentren un lugar donde puedan vivir tranquilamente.

Julián y Martha, llevados por su afán y preocupación de salvar vidas, decidieron emprender el viaje con NIWDE.

Apenas se subieron a la nave, se percataron de cómo se alejaban velozmente de la Tierra.



Durante el recorrido, tanto Julián como Martha, registraron su viaje mediante fotografías.

NIWDE manifestó que conocía este tipo de objetos, manifestando que en la Tierra se les denominaban Galaxias y que existían diferentes tipos de ellas.



Foto 1

Al primer lugar al que arribaron lo denominaron F1. A este sitio no llegaban los rayos solares, por ende, el frío era insoportable y el ser humano dejaría de existir. Julián analizando el lugar y

observando lo que le sucedía a su compañera, pidió a NIWDE salir lo más pronto posible, porque Martha estaba sufriendo un ataque asmático.

El segundo lugar que visitaron parecía tener las mismas características del anterior, por lo tanto, solo fotografiaron al objeto galáctico e inmediatamente siguieron su travesía.



Foto 2

Millones de kilómetros más adelante, los tripulantes de la nave divisaron una estructura galáctica bastante llamativa, sin embargo, al acercarse a esta formación se percataron que está solo poseía gas y polvo, por lo tanto, no podría ser habitable para el ser humano.



Foto 3

Julián, Martha y NIWDE no contaban con que una nueva estructura parecida a la anterior se escondía detrás, fue cuando se alejaron del lugar que evidenciaron dicha estructura, la cual, estaba encerrada

completamente por especies de nubes de polvo y gas. Así mismo, las esperanzas de Julián y Martha de encontrar un lugar habitable, se iban desvaneciendo poco a poco.



Foto 4

Desconcertados y agotados del viaje se tumbaron sobre el lecho de la nave. Mientras dormían, la nave se aproximó a otros dos ordenamientos galácticos. NIWDE rápidamente capturó las imágenes.



Foto 5



Foto 6

Habían pasado alrededor de cuatro horas, y de repente, una piedra del espacio golpeó la nave, en ese instante despertaron Martha y Julián.

NIWDE les comentó que había tomado la cámara para capturar unas formaciones en el espacio y que no los despertó, puesto que los había visto muy cansados.

-Tranquilo, no hay problema, eres muy amable, y gracias por registrar las evidencias mientras descansábamos.

De repente Martha alzo la voz diciendo:

-¡Oh por Dios!, Que lugar del espacio más maravilloso.

- Que hermoso, dijo Julián, a través de la ventana de la nave.

Al acercarse a este sitio del universo, apreciaron desde distintas proximidades a aquel objeto galáctico, empezaron a fotografiarlo desde el zoom x100 y terminaron en el zoom x1000. Esta formación en particular permitía determinar la carencia de oxígeno e hidrogeno. A pesar de lo hermoso que era para Julián y Martha, ellos comprendieron que este lugar no era apto para la supervivencia del ser humano.



Foto 7, aumento x100



Foto 8, aumento x1000

Finalmente, de regreso a casa, se encontraron un cuerpo galáctico, que se hallaba en una región muy cercana a nuestro sistema solar. Esta agrupación permitía evidenciar conjuntos de estrellas con bastante polvo estelar y rocas gigantes, girando alrededor de la zona más lejana del centro. Martha capturó una imagen donde se contempla el imponente cuerpo galáctico:



Foto 9

Esta agrupación estelar giraba tan rápido por el espacio, a tal punto, de perderse visiblemente entre el oscuro universo.

Sorprendidos por tal suceso, decidieron seguirle el paso. Justo antes de alcanzarla, se toparon con la siguiente estructura:



Foto 10

En ella se podían contemplar nubes muy oscuras girando alrededor de un centro iluminado. Por lo tanto, pasaría a ser otro lugar más del espacio que no albergaría la vida humana.

Tristes y desconsolados por no solucionar el problema de la humanidad, retornaron a casa. Martha preparó unos deliciosos sándwiches, que acompañaban un espumoso chocolate. Durante la merienda, intercambiaron experiencias y vivencias. Entrada la noche, NIWDE se despidió triste, y prometió regresar el siguiente mes para seguir la travesía.



Finalmente, Julián y Martha, agradecieron su preocupación y su colaboración durante todo el recorrido.

# GUÍA ORIENTADORA I

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... los científicos estadounidenses el 24 de octubre de 1946, terminada la Segunda Guerra Mundial, lanzaron un misil para obtener la primera foto desde el espacio. Las fotos en su época en blanco y negro fueron tomadas desde una altura de 65 kilómetros con una cámara de 35 milímetros. Tras alcanzar su máxima altitud, el cohete cayó de nuevo a la Tierra estrellándose contra el suelo a gran velocidad. La cámara cayó destrozada, pero las evidencias se lograron salvar.*

## MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS

Acompaña a Martha y Julián en este emocionante viaje a través del universo, en el cual, ellos registraron sus evidencias a través de fotografías. Estos dos personajes de la historia están interesados por comprender esos objetos galácticos a los que fotografiaron, ayúdales a poder interpretar estas estructuras. A partir de ahora te invitamos a que nos acompañes con las siguientes actividades:



4. Lee el cuento (Mi primer viaje por las galaxias), si lo requieres.
5. Describe los cuerpos galácticos que evidenciaron y fotografiaron Julián, Martha y Edwin durante el viaje por el universo.

---

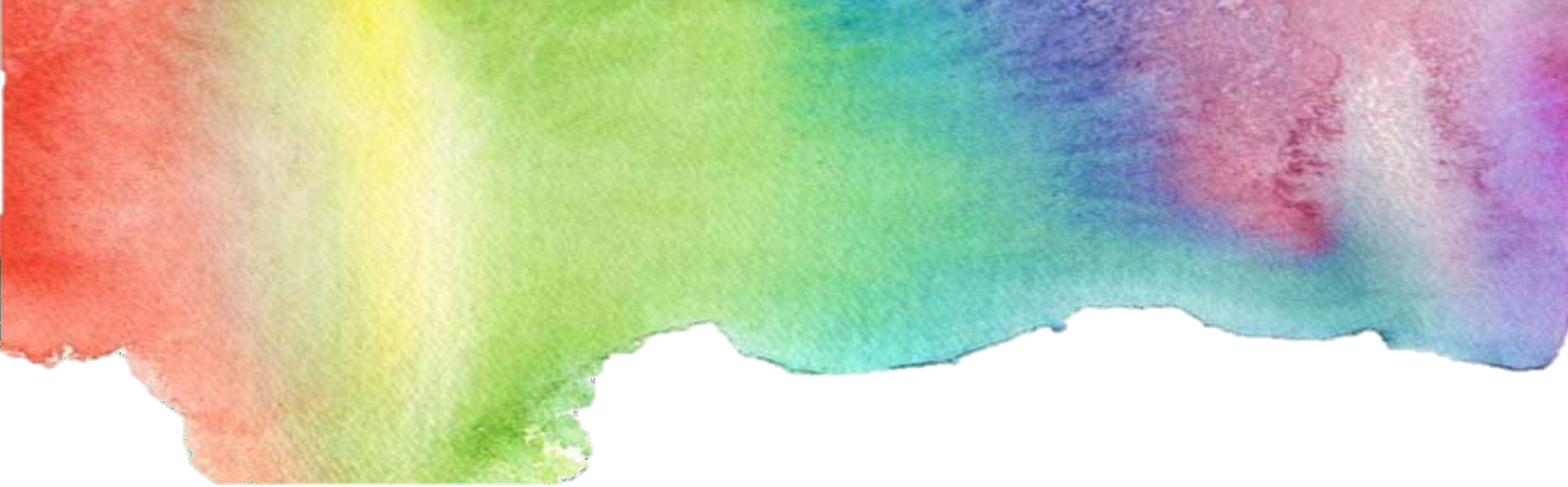
---

---

---

---





---

---

---

---

---

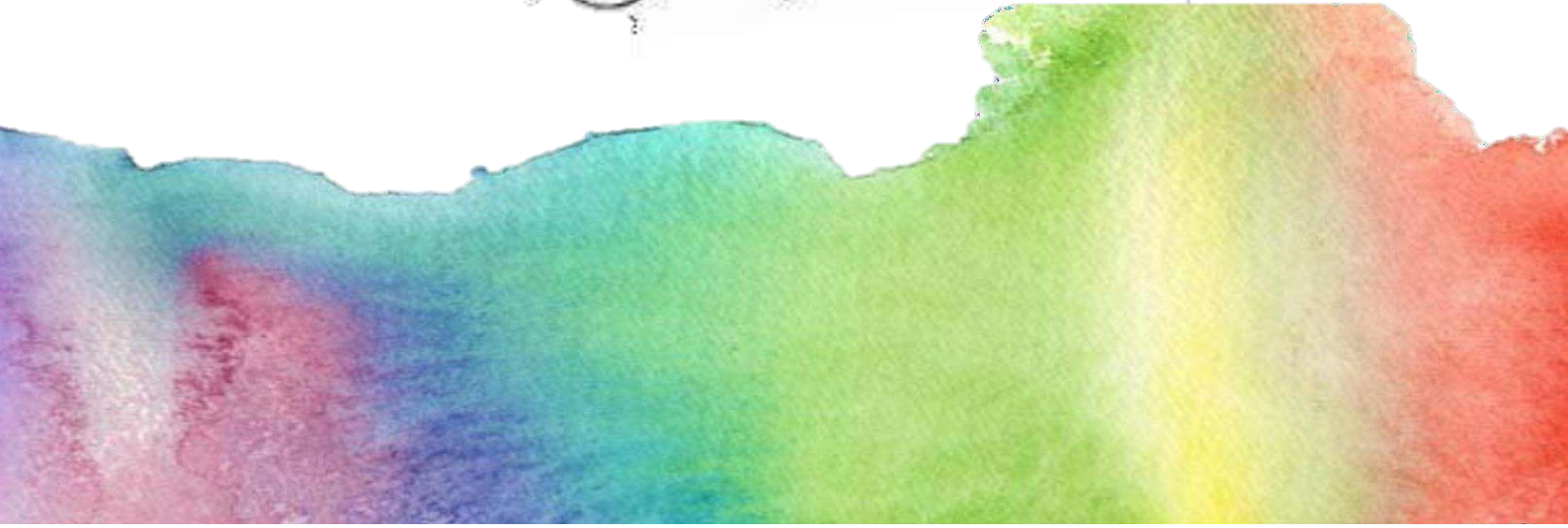
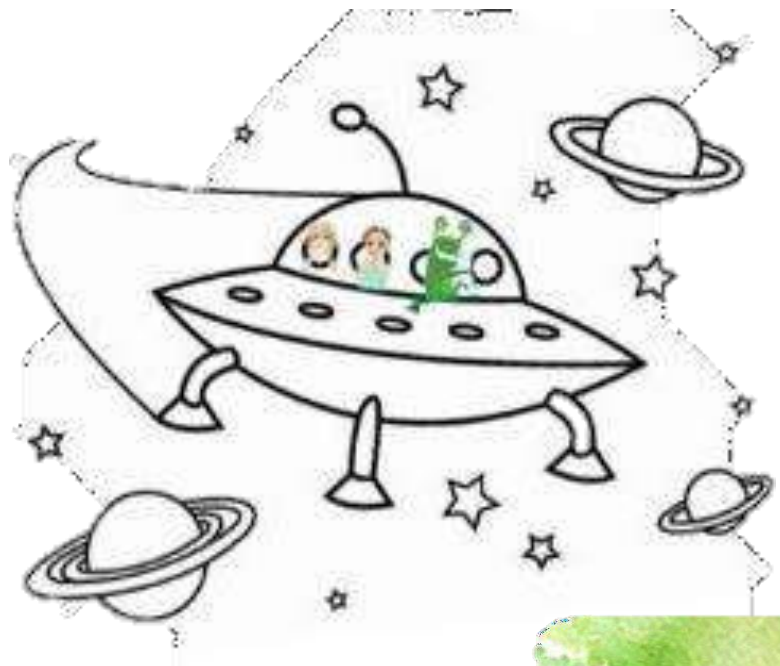
---

---

---

---

---



# GUÍA ORIENTADORA II



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_






*¿sabías qué?... según la NASA, nuestra Vía Láctea, posiblemente en millones de años podría colisionar con la galaxia más cercana que es Andrómeda. Tranquilo no te preocupes, las galaxias son tan inmensas, que están expandidas en los extremos, lo cual, si colisionaran entre sí mismas, los planetas y los sistemas solares, no se encontrarían de forma inmediata.*

## **LAS GALAXIAS Y SUS FORMAS**

En la guía orientadora I MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS, vimos como los personajes Julián, Martha y NIWDE realizaron un viaje donde contemplaron, observaron y fotografiaron varias galaxias, de acuerdo con ello, se logró determinar unas características propias. Ahora, te invitamos a que realices las siguientes actividades para continuar con nuestra aventura de intentar ayudar a los personajes a comprender y conocer las galaxias:

4. Vuelve a retomar el cuento, si lo necesitas.

De acuerdo con la descripción que hiciste en la guía I, donde hablabas de las formas de las galaxias, clasifica las galaxias fotografiadas por nuestros personajes en el siguiente recuadro, de manera que se ubique el número de la fotografía al frente de la forma galáctica que tenga mayor semejanza, ponle el nombre que consideres que es más pertinente.

Forma galactica	Foto No	Nombre
		
		
		
		
		

5. De acuerdo con el punto anterior, ¿Por qué le pusiste ese nombre a las galaxias?, y ¿que criterios tuviste para categorizarlas?

Foto No.	Nombre	¿Por qué le colocaste ese nombre?
1		
2		
3		
4		

5		
6		
7		
8		
9		
10		

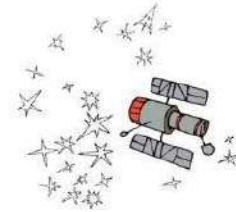


# GUÍA ORIENTADORA III

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... El telescopio espacial Hubble, observó una pequeña porción del espacio durante 12 días y descubrió 10.000 galaxias de todo los tamaños, formas y colores. Algunos científicos creen que podría haber cien mil millones de galaxias en el universo. Tomado de: NASA ciencia, SpacePlace. Article last updated. June 4, 2020.*



## NOTI- GALAXIAS

Luego del trabajo realizado en las dos sesiones anteriores (MI PRIMER VIAJE POR LAS GALAXIAS y LAS GALAXIAS Y SUS FORMA), te convidamos a que realices las siguientes actividades:

4. Escribe un artículo corto, en el que narres, lo que observaron los personajes del cuento durante su viaje y explica el nombre que les diste a las galaxias y la clasificación que les otorgaste, para contarle al mundo la aventura de estos personajes.

---

---

---

---

---

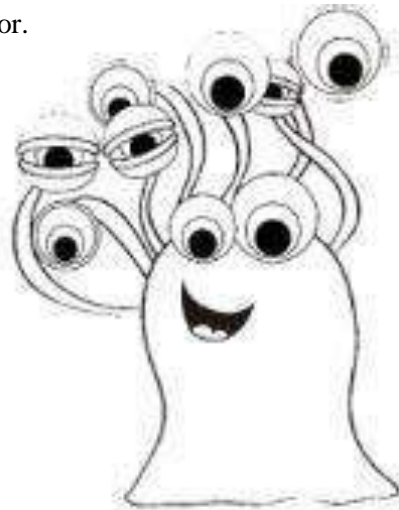
---

---

---

Handwriting practice lines consisting of 15 horizontal lines. The top portion of the page features a colorful watercolor background with a torn edge effect, transitioning from red and orange on the left to green, blue, and purple on the right.

5. Realiza un video, tipo reportaje, en el que, a modo verbal, comuniqués lo que plasmaste en el artículo del punto anterior.



## EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE FASE

En este apartado, se busca determinar el estado de las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación de los estudiantes. Para alcanzar el propósito de este momento se solicita al maestro determinar el estado de las habilidades de observación, análisis y argumentación, con la ayuda del siguiente cuadro, posterior a la ejecución de las actividades en la sesión 1, 2 y 3 del momento A, desde el material construido y producido por los estudiantes:

<b>HABILIDAD</b>	<b>RESULTADOS: PREGUNTAS ORIENTADORAS PARA ESTABLECER EL ESTADO</b>
<b>Observación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al describir las características de las galaxias: ¿Qué tan detallados resultaron ser los estudiantes a la hora de hacer las descripciones de las galaxias que observaron?, ¿fueron superficiales o concretos?</li></ul>
<b>Análisis</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo clasificaron los estudiantes las galaxias?, ¿siguieron algún tipo de patrón?</li></ul>
<b>Argumentación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desde la narración del artículo y la presentación del video por parte de los estudiantes, ¿se evidencia detalle al describir las galaxias observadas, y profundidad al justificar los nombres y la clasificación que les otorgaron en las sesiones?, ¿estas explicaciones eran simples o detalladas?</li></ul>
<b>Análisis de resultados:</b>	

## FASE II: PROBLEMA

### MOMENTO A

Con el propósito de determinar si existe el interés de los estudiantes por establecer una relación entre el comportamiento fractal y la morfología de las galaxias, se presentan a continuación las siguientes acciones para el trabajo con los estudiantes:

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
<b>1</b> 2 horas	1. Determinar si existe o no el interés en los estudiantes por relacionar el comportamiento fractal en la morfología de las galaxias.  2. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades propuestas.	Formas Fractales en la Naturaleza	- Videos Fractales en la naturaleza y su relación con las galaxias:  Enlace 1: Video: Donald en la tierra mágica de la matemática. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=rJkdjL21Tqs">https://www.youtube.com/watch?v=rJkdjL21Tqs</a> Propiedad: Javier Smaldone.  Enlace 2: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU">https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU</a> Video: Qué son los fractales y cómo pueden ayudarnos a entender el universo   BBC Mundo. Propiedad: BBC News Mundo.  - Guía Orientadora IV	A través de unas preguntas orientadoras, se busca evidenciar en los estudiantes, si se interesan y consideran que las galaxias pueden llegar a tener la forma de un fractal.

# GUÍA ORIENTADORA IV

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... aproximadamente hace 50 años, se generó una nueva rama en las matemáticas donde se ha permitido explorar las irregularidades presentes en la naturaleza. De tal manera, los matemáticos y científicos se han cuestionado sobre el comportamiento a sus diferentes escalas, por lo tanto, uno de los primeros interrogantes a solucionar es: ¿Existe algún patrón que siguen las ramas de un árbol cuando crece? o ¿Cuáles patrones siguen la formación de las estrellas en la galaxia? Los fenómenos naturales anteriormente expuestos, se pueden descifrar gracias a la geometría fractal.*



## **FORMAS FRACTALES EN LA NATURALEZA**

Dado que en tu clase de geometría has venido trabajando sobre los fractales lineales, es interesante que observes que, en la naturaleza muchos cuerpos presentan dichas configuraciones e incluso existen fenómenos, que tienden a generar estructuras de tipo fractal. Por ejemplo, las espirales de la cáscara de un Nautilus, las cuales poseen una espiral particular, parecida a la de un huracán y a la de una galaxia.

De acuerdo con lo anterior, emprendemos una travesía emocionante a través de la naturaleza y el espacio, allí detallaremos las formas que presenta, algunas con patrones muy extraños y otras con patrones muy definidos. Te invitamos a que nos acompañes observando algunas de las formas presentes en la naturaleza.





7. Preguntas orientadoras:

En el video del enlace dos, se dice que las galaxias se pueden presentar de forma fractal, entonces: ¿Consideras que las galaxias forman fractales?, ¿Por qué sí o por qué no?, si se presentan formas de tipo fractal, ¿Cómo se darían esas formas fractálicas en las galaxias? e intenta dibujarlas de la manera que consideres más adecuada.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Luego del desarrollo de la guía orientadora IV, se da un momento en donde el maestro, después de haber acompañado al estudiante y recorrer con él la guía de la fase, debe realizar el proceso de evaluación, registrando sus observaciones en el cuadro de evaluación de resultados de fase.

## **EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE FASE**

Luego de realizar la actividad, Formas fractales en la Naturaleza, se pretende determinar si existe en los estudiantes, un interés por relacionar la morfología de las galaxias con el comportamiento fractal, para ello se sugiere o se propone el siguiente esquema:

<b>PREGUNTAS ORIENTADORAS</b>
<p><b>Propósito 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Consideras que los estudiantes se inclinaron por relacionar la morfología de las galaxias con los fractales?</li><li>• ¿Qué apreciaciones tuvieron los estudiantes a la hora de enlazar el comportamiento fractal con la morfología de las galaxias?</li><li>• Teniendo en cuenta las justificaciones de los alumnos, ¿La estrategia permitió evidenciar la disposición para abordar el razonamiento espacial y geométrico? ¿Por qué?</li></ul> <hr/>
<p><b>Propósito 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Se evidencia en los estudiantes algún cambio frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación con respecto a los establecidos en la Fase 1? Si se presentaron cambios, descríbalos.</li><li>• ¿Se evidencia mayor y mejor desempeño en estas habilidades? ¿Por qué?</li></ul>
<p><b>Análisis de resultados:</b></p>

# FASE III: GALAXIAS

## MOMENTO A

Abordar y desarrollar conceptualmente el concepto de galaxia, su estructura, características y los criterios morfológicos desde la secuencia Hubble.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
<p><b>1</b> 2 horas</p>	<p>1. Definir y caracterizar el concepto de galaxia.</p> <p>2. Fomentar el desarrollo de las habilidades:</p> <p>-Observación: haciendo uso de recursos visuales y preguntas orientadoras.</p> <p>-Análisis: estableciendo comparaciones y clasificaciones entre galaxias.</p> <p>-Argumentación: desde las razones y justificaciones de los estudiantes desde sus discursos</p>	<p>Las Galaxias</p>	<p>Plataforma SkyServer y guía orientadora V.</p>	<p>Con el desarrollo de este momento se espera determinar las compresiones de los estudiantes sobre las galaxias y sus características tales como color, tamaño y forma; dando uso de la plataforma SkyServer.</p>

	escritos y/u orales.			
2 2 horas	3. Ordenar y clasificar las galaxias según su morfología.  4. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades.	Formas y más Formas	Plataforma SkyServer y guía orientadora VI	Esta actividad permitirá a los estudiantes ordenar y clasificar las galaxias de acuerdo con su morfología según los criterios Hubble.

# GUÍA ORIENTADORA V

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... una galaxia es considerada como una organización de cuerpos celestes, materia del espacio (gas y polvo) y estrellas, que están conformadas por una región organizada del espacio, por efecto de la atracción gravitatoria.*

## LAS GALAXIAS

### PARTE I

En el viaje que hiciste junto a Julián y Martha, te percataste que ellos quedaron con muchos interrogantes como por ejemplo sobre: ¿A qué se refería NIWDE cuando nombraba las galaxias?, e incluso a preguntarse sobre ¿Cuáles son sus características? Te invitamos a realizar las siguientes actividades.

1. Si tuvieras que explicarles a Martha y Julián qué es una galaxia y cuáles son sus características, cómo se lo explicarías:



6. Ahora, te invitamos a indagar y conocer sobre lo que los investigadores de la Tierra han establecido como cuerpo galácticos o galaxias y sus características.

Actualmente, los investigadores han conformado un grupo de científicos de todos los lugares del mundo, llamado Unión Internacional Astronómica, o en sus siglas UIA, siendo esta organización la encargada de establecer las definiciones, categorizaciones y demás elementos que estudia la Astronomía. Recordemos que ésta es una ciencia que se encarga de estudiar la estructura, composición de los astros, determinar su ubicación en el universo y establecer las leyes que los rigen.

Según la UIA las galaxias son grandes concentraciones de estrellas, gas, materia oscura y polvo interestelar, que se mantienen juntas por la acción gravitacional. Gracias a los aportes observacionales que realizó el astrónomo estadounidense Edwin Hubble a principios del siglo XX, se ha logrado establecer que existen miles de galaxias, además de la Vía Láctea y que el universo está en constante expansión.



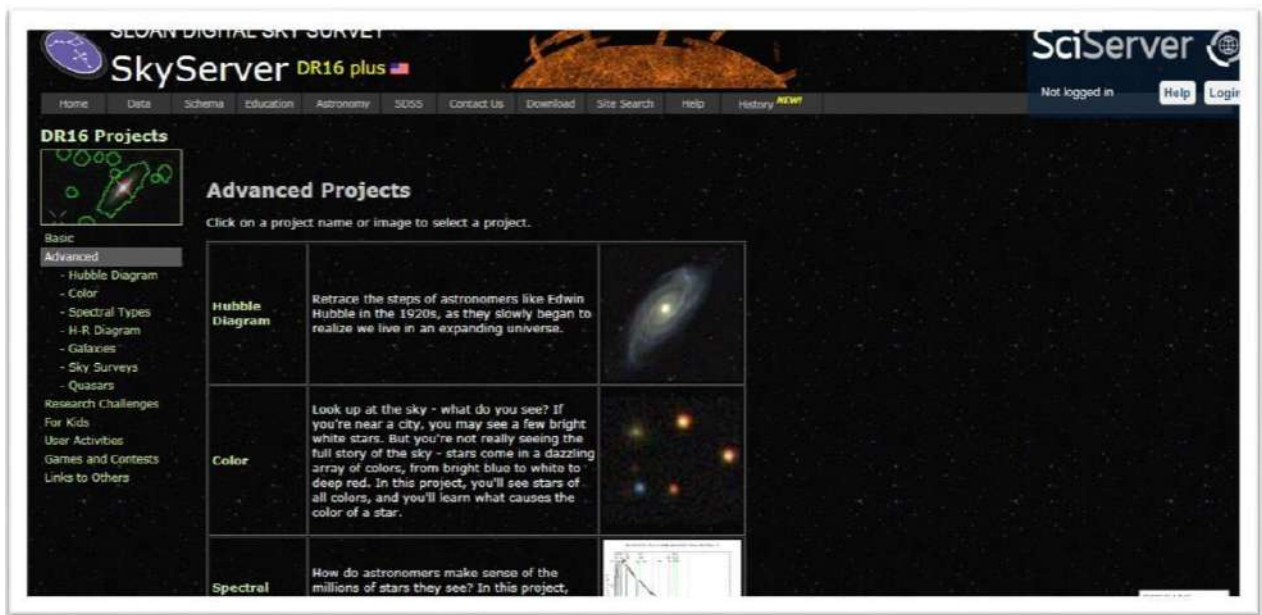
Los astrónomos consideran que la estructura de las galaxias, presenta tres elementos importantes:

- **Bulbo:** Es la parte de la galaxia donde su dinámica es demasiado masiva. Se considera que alberga un agujero negro y que su región es bastante iluminada, por otro lado, las estrellas que se encuentran allí son las más antiguas en relación con las que contiene la galaxia.
- **Disco:** Es una región de la galaxia donde hay presencia de gas, polvo, formación de estrellas jóvenes y grandes nebulosidades.
- **Halo:** Es una zona poco densa que no tiene mucha presencia de estrellas por la poca concentración o aglomeración de polvo y gases estelares.

Los consensos a los que han llegado los científicos, han permitido determinar, que no todas las galaxias son iguales, puesto que presentan una forma distinta, pero albergan dos estructuras similares, las cuales son: bulbo y el halo.

Gracias a la forma desigual que presenta el disco, los científicos han identificado una forma de organizar y clasificar las galaxias, a través de unos criterios o elementos que permiten expresar su similitud, apariencia y caracterización de las mismas. Por lo tanto, los investigadores basaron sus exploraciones a través del modelo Hubble.

Para visualizar lo descrito anteriormente, nos remitiremos a nuestra computadora, donde a través del buscador de internet, ingresaremos al siguiente enlace de la plataforma SkyServer DR 16 plus: <http://skyserver.sdss.org/dr16/en/proj/advanced/advancedhome.aspx>.



Ramírez, C. 2021. Plataforma SkyServer DR 16 plus. Ilustración de la página web.

Después de haber entrado al enlace, nos remitiremos a la sección PROYECTOS AVANZADOS, allí se halla un apartado denominado GALAXIAS, lee con atención la definición de galaxia y sus propiedades.

3. Luego de haber realizados las actividades 1 y 2, analiza y escribe en el siguiente cuadro qué elementos le agregarías y suprimirías a la explicación que diste inicialmente a Julián y Martha sobre las galaxias y explica, por qué lo harías.

Qué...	Por qué...
Agregarías...	
Suprimirías...	

8. Con lo realizado en los puntos 2 y 3, en media página escríbeles una carta a Julián y Martha, donde se plasme lo que es una galaxia y cuáles son sus particularidades o características, con el fin de ayudarlos a entender, cuando NIWDE se refería a los cuerpos galácticos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



- ¿Por qué consideras que las galaxias presentan dichas desigualdades?

---

---

---

- ¿Qué propiedades y particularidades en su morfología, se detallan en las galaxias para poder diferenciarlas?

---

---

---



- Según lo que dicen los expertos ¿Cómo se define una galaxia y qué colores pueden llegar a tener estas?

---

---

---

2. De acuerdo con la primera actividad, ¿Podría catalogar el ordenamiento galáctico de Hubble de otra manera?, de ser así, esboza o plasma en una ilustración o dibujo, tu propuesta de ordenamiento galáctico, haciendo un paralelo gráfico a la estructura de Hubble.

A large, empty rounded rectangular box with a black border, intended for the student to draw their proposed galactic classification scheme. The box is set against a background of colorful, abstract shapes in shades of purple, blue, and pink.



# GUÍA ORIENTADORA VI

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... La mayoría de las galaxias tienen aproximadamente entre 10 mil millones y 13.6 mil millones de años. Cabe resaltar, que nuestro universo tiene aproximadamente 13.8 mil millones de años, por lo tanto, la mayoría de las galaxias se formaron cuando el universo era muy joven.*



## FORMAS Y MÁS FORMAS










Con lo desarrollado y trabajado en la Guía Orientadora VI, te convidamos a que realices las siguientes actividades:

1. De acuerdo con los criterios propuestos por Hubble, se crean dos grupos de galaxias denominadas galaxias espirales y elípticas. La secuencia incluye un tipo de galaxia intermedia denominada galaxia lenticular. Finalmente, Hubble adicionó otra categoría la cual no cumple con los criterios mencionados, a la que denominó galaxia irregular.

Finalizada la observación y distinción de las galaxias en la guía anterior, te invitamos a registrar en la siguiente tabla, 10 galaxias diferentes según el tipo y la clase a la que correspondan. Ten presente lo siguiente:

La secuencia hace referencia a cuatro principales tipos de galaxias:

- Con la letra (E) se nombrarán a las galaxias elípticas.
- Con la letra (S0) se nombrarán a las galaxias lenticulares.
- Con la letra (S) se nombrarán a las galaxias espirales (S). Cabe resaltar que las espirales se dividen en dos tipos: galaxias espirales normales y galaxias espirales barradas.
- Con la letra (IRR) se nombrarán a las galaxias irregulares.

Imagen galáctica	Tipo de Galaxia	Clasificación (S,SO,Irr,E)
		
		
		
		
		
		
		
		
		

		
---	--	--

2. Con lo desarrollado en la tabla anterior, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los criterios que Hubble destaca para categorizar las galaxias presentes en el universo?

---



---



---

- Retomando la guía anterior sobre el trabajo de Hubble, ¿Consideras que existe relación entre las ideas que plasmaste con la estructura que Hubble presenta?

---



---



---

3. Con lo que has aprendido hasta el momento, ayuda a Martha y a Julián a clasificar nombrar, según los criterios Hubble, las galaxias que observaron y fotografiaron en su viaje por el espacio. Apóyate para esta actividad, con el ejemplo de la fotografía No. 1.



Foto Galáctica No.1: Galaxia tipo Sb



Foto Galáctica No.2: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.3: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.4: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.5: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.6: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.7: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.8: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.9: \_\_\_\_\_



Foto Galáctica No.10: \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE FASE**

Luego de realizar la actividad, Formas y más formas, se pretende determinar el alcance de los propósitos de la sesión, en cuanto al aprendizaje de los estudiantes a partir del abordaje morfológico de las galaxias.

### **PREGUNTAS ORIENTADORAS**

#### **Objetivos 1 y 3**

- ¿El antes y el después de las descripciones realizadas por los estudiantes, permitió evidenciar el proceso de aprendizaje y enseñanza que se le impartió durante las sesiones?
- ¿Qué elementos tuvo en cuenta el estudiante para poder catalogar y definir a las galaxias?
- ¿Consideras que el estudiante mediante su observación, análisis y argumentación, logro comprender la morfología de las galaxias y sus criterios de clasificación?

#### **Objetivos 2 y 4**

- ¿Se evidencia en los estudiantes algún cambio frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación con respecto a los alcances logrados en la Fase 2? Si se presentaron cambios descríbalos.
- ¿Se evidencia mayor y/o mejor desempeño en estas habilidades? ¿Por qué?

#### **Análisis de resultados:**

# FASE IV: FRACTALES

## MOMENTO A

Complementar y fortalecer la comprensión que realiza la Institución Educativa José Manuel Restrepo desde las clases de geometría en términos de fractales para poder abordarlos y enfatizar en fractales lineales.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos	Resultados esperados
1 2 horas	<p>1. Fortalecer en los estudiantes los conocimientos de geometría fractal trabajados en el área de matemáticas; dando a conocer figuras geométricas de fractales lineales y su descomposición en el programa GeoGebra.</p> <p>2. Fortalecer los procesos de observación, análisis y argumentación con el desarrollo de las actividades propuestas.</p>	Formas Fractales	<p>- GeoGebra: Desarrollara través del ordenador una actividad didáctica, con la que se logre analizar los fractales lineales para su posterior construcción por parte de los alumnos</p> <p>- Guía Orientadora VII</p>	<p>Con el uso de esta herramienta tecnológica se espera que los estudiantes fortalezcan sus comprensiones sobre la geometría de los fractales lineales. Además se espera que, con ayuda de la herramienta tecnológica, se logren ilustrar de una forma más adecuada las formas fractales abordadas.</p>
	3. Relacionar objetos propios de la naturaleza como el			

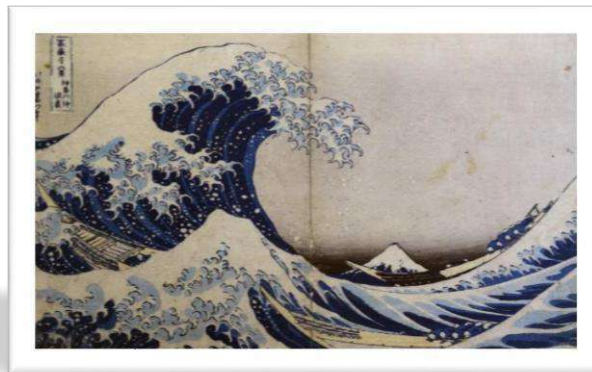
<p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p>2 horas</p>	<p>brócoli Romanesco y los fractales lineales como la curva de Koch, caracterizando sus morfologías mediante la iteración o repetición de las formas desde menor a mayor escala.</p> <p>4. Potencializar las habilidades científicas de observación, análisis y argumentación.</p>	<p>Fractales Naturales</p>	<p>- Guía Orientadora VIII</p>	<p>Se espera que los estudiantes logren relacionar en objetos propios de la naturaleza con elementos fractales.</p>
--	--	----------------------------	--------------------------------	---

# GUÍA ORIENTADORA VII

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... la obra de 1830 denominada, La gran ola de Kanagawa, del artista japonés Katsushika Hokusai, muestra, que una ola madre está compuesta por cientos de olas iguales, pero a menor tamaño.*



*Gran ola de Kanagawa. 1830. Recuperado de: <https://artsandculture.google.com/asset/the-great-wave-off-the-coast-of-kanagawa/fAFp7yddSAtcTQ?hl=es-419&ms=%7B%22x%22%3A0.5%2C%22y%22%3A0.5%2C%22z%22%3A9.149653806348724%2C%22size%22%3A%7B%22width%22%3A1.9614171824528617%2C%22height%22%3A1.2374999999999996%7D%7D>*

## Formas Fractales

La siguiente actividad nos permitirán explorar la delicadeza de las formas de los fractales y mirar desde otro tipo de geometría, las particularidades que guardan estos. Sin embargo, si en algún

momento te llegas a sentir perdido, ¡tranquilo! recuerda que tienes el apoyo de tu profesor y compañeros.

Inicialmente nos remitiremos al concepto de fractal y sus características, posteriormente nos apoyaremos en la plataforma GeoGebra, para poder visualizar los fractales lineales, como, por ejemplo: el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

5. Con base en tus clases de geometría y la información que has obtenido de éstas, qué puedes decir acerca de: ¿Qué es un fractal? y ¿cuáles son sus características?, ¿cómo lo explicarías?:



6. Te invitamos a seguir estudiando estas rarezas de la naturaleza para aproximarnos al concepto de fractal, sus características y sus formas a través del programa de GeoGebra, donde evidenciaremos figuras geométricas de fractales lineales, tales como el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

En el siglo XX, un científico polaco llamado Benoit Mandelbrot, se interesó por las figuras incomprensibles que mostraba la naturaleza, dichas formas, no se podían explicar con la geometría clásica que conocemos como lo es el punto, círculo, triángulo, cuadrado y sus combinaciones, por lo tanto, esta nueva estructura observada en la naturaleza, no encajaba con las geometrías que existían hasta ese momento.

Mandelbrot, definió a estas estructuras, como minúsculas partes iguales del objeto, las cuales se repiten sucesivamente a proporciones más minúsculas o viceversa, manteniendo su forma en relación con la original.

Estas estructuras poseen dos propiedades elementales que son:

- Su forma irregular, al observarlas, no pueden ser descritas en términos geométricos tradicionales.



Fig.1. Fractal natural. BBC. News. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50604356>

- Otra particularidad de estas estructuras es la auto similitud que guardan en relación con su forma inicial, por medio de copias más pequeñas de la misma figura.

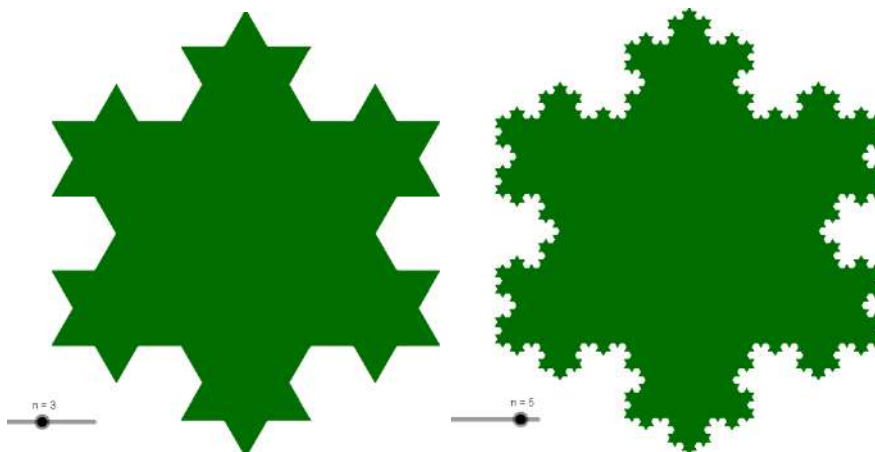


Fig.2. Isla de koch. Elaborado en: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

Cabe resaltar, que las copias son similares en forma, pero a diferente tamaño, en relación al objeto original, como se evidencia en la Fig.2. Otro punto a mencionar es que los fractales naturales como la ramificación del árbol, que vamos a ver a continuación, se diferencia de los fractales matemáticos, puesto que se extiende a sólo un rango de escalas cercana a la atómica y allí termina.

De acuerdo con lo anterior, nos aproximaremos más a las formas fractales, características y configuraciones a través del programa de GeoGebra. Allí se presentan fractales clásicos en el plano como, por ejemplo, el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch.

Ingresa al siguiente enlace: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

Luego dirígete al apartado de Fractales clásicos en el plano y allí visualizaremos el triángulo de Sierpinski, la alfombra de Sierpinski y la curva de Koch. Analiza el comportamiento de cada uno de éstos, desde las diferentes iteraciones. Recuerda que una iteración es una repetición de la estructura a una porción más pequeña del espacio, desde  $n=1$  hasta  $n=7$ . Apóyate en las figuras 3 y 4.



Fig.3 y 4. Triángulo de Sierpinski. Obtenido de: <https://www.geogebra.org/m/tUD6vpFr#material/fZJwm2yC>

7. De acuerdo con lo que has observado y analizado en la actividad anterior, responde las siguientes preguntas:

- ¿A qué valor tiende cuando ( $n$ ) se vaya haciendo más y más grande?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- ¿Qué características en común guardan los fractales clásicos?

---

---

---

---

---

---

---

---

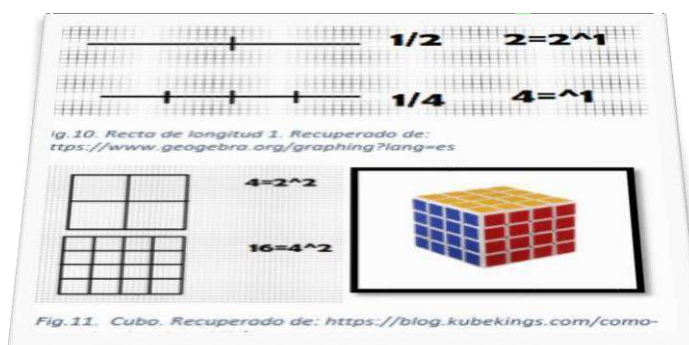


# GUÍA ORIENTADORA VIII

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías que?... El concepto de dimensión cambio su forma de pensarse con la creación de la geometría fractal; comúnmente el uso de este concepto en la geometría clásica atiende a concebir la recta como una dimensión, al plano como segunda dimensión y al volumen como tercera dimensión.*



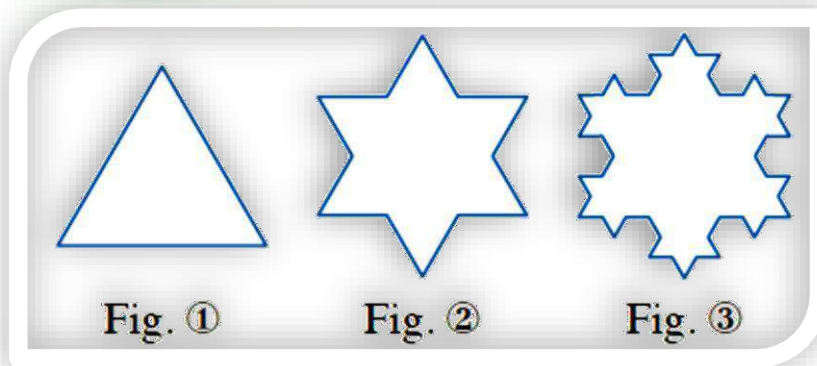
*La dimensión fractal corresponde a aquella estructura del espacio donde vive en medio de dos dimensiones, es decir, es aquella que es representada a través de una fracción no entera.*

## FRACTALES NATURALES

Te invitamos a que continúes en esta hermosa y fascinante aventura conociendo sobre los fractales. De acuerdo con la guía orientadora VII, retomaremos dichas experiencias para abordar la siguiente actividad:

3. El matemático sueco Niel Helge Von Koch en 1904, creó una serie que responde a los comportamientos observados en la naturaleza, como es la curva de Koch y la Isla de Koch, los cuales, se detallaron en la sesión anterior.

Por lo tanto, y de acuerdo con lo que hemos venido desarrollando, podemos inferir que el fractal de Koch, se caracteriza por poseer una similitud parecida a la de un copo de nieve, como lo muestran las siguientes figuras:



Fractal de koch. Fig1, 2, 3. Monstruo fractal. Recuperado de: <https://www.edu-casio.es/wp-content/uploads/2019/12/Copo-de-nieve-de-Koch.pdf>



Brócoli Romanesco. 2020. Recuperado de: <https://es.quora.com/Por-qu%C3%A9-es-importante-cortar-las-verduras-en-un-tama%C3%B1o-uniforme-antes-de-cocinarlas>

En la Fig. 1, nos encontramos con un triángulo equilátero (polígono regular que tiene sus tres lados iguales). La construcción de la Fig. 2, se da a través de la división de la recta de cada lado, con longitud 1 en tres partes iguales, se elimina el segmento la parte central para que sea tomada como la nueva base para la generación del nuevo triángulo equilátero. Posteriormente se realiza el mismo proceso para la construcción de la Fig. 3.

Teniendo en cuenta el modelo que se utiliza para construir cada nueva figura, desarrolla la siguiente actividad:

- Dibuja en el siguiente cuadro, o en una hoja de papel, cuál sería la figura obtenida en figura número 4



- ¿Qué pauta y criterios tuviste en cuenta para realizar la figura o secuencia número 4?  

---

---

---
- Consideras que el brócoli Romanesco tiene una morfología que se repite a diferentes escalas. ¿Por qué?  

---

---

---
- De acuerdo con los puntos anteriores, ¿Cómo se relaciona el fractal de Koch con el brócoli Romanesco?  

---

---

---



Luego de realizar las actividades, Formas Fractales y Fractales Naturales, se busca dar alcance a los propósitos de cada sesión, a partir del aprendizaje de los estudiantes frente a los fractales lineales.

### **PREGUNTAS ORIENTADORAS**

#### **Propósito 1 y 3**

- ¿Consideras que el estudiante mediante la puesta de sus habilidades, logró descomponer estructuras de mayor a menor escala?
- ¿El estudiante logra evidenciar que las propiedades permanecen invariantes en cuanto a su forma, esto quiere decir, que las configuraciones a diferentes escalas no cambiaban de apariencia?
- Mediante la plataforma GeoGebra, ¿el estudiante identifica y relaciona el concepto de auto similitud en el contexto de la geometría fractal?
- ¿La temática toma más importancia cuando el estudiante analiza e interpreta las imágenes de los mismos?

#### **Propósito 2 y 4**

- ¿Se podría constatar que existe algún cambio en los estudiantes frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación, en concordancia a las fases anteriores? si se evidenciaron cambios, descríbalos.

#### **Análisis de resultados:**

# FASE V: EJERCITACIÓN

## MOMENTO A

Evaluar el desarrollo en las habilidades de observación, análisis y argumentación en los estudiantes frente a los resultados obtenidos en la Fase I luego de la ejecución de las fases III, IV y V.

MOMENTO A				
Sesión	Propósito	Actividad	Desarrollo	Resultados esperados
1  2 horas	1. Potencializar la habilidad científica de observación  2. Determinar el desarrollo del proceso de observación de los estudiantes desde un ejercicio visual.	Fractales y Galaxias	-Guía orientadora IX	Que los estudiantes evidencien un desarrollo en su habilidad de observación.
2	3. Desarrollar la habilidad de análisis en los estudiantes mediante un ejercicio que les exija establecer una condición o composición de un fractal en la		-Guía orientadora X	Mediante el uso de las guías orientadoras, se busca que el estudiante analice si la estructura

2 horas	<p>morfología de las galaxias.</p> <p>4.Fortalecer los procesos de observación y análisis.</p>	¿Morfología fractal en las galaxias?		geométrica de una galaxia se asimila o no a la configuración de un fractal.
<p>3</p> <p>2 horas</p>	5. Fortalecer los procesos de argumentación en los estudiantes mediante el debate y la socialización de posturas conceptuales.	¡Concluamos!	<p>-Guía orientadora XI</p> <p>- Debate</p> <p>- Mesa Redonda</p>	A través del debate, se espera que el estudiante concluya y sustente sus argumentos para que pueda robustecer sus interpretaciones.

# GUÍA ORIENTADORA IX

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... Galileo Galilei en 1610, a través del telescopio realizó observaciones sobre el cielo nocturno y divisó sobre el horizonte nuevos cuerpos en el universo. Con ello, logró agrandar más los conocimientos que se tenían hasta ese momento acerca de los objetos astronómicos distinguidos.*

## FRACTALES Y GALAXIAS

Con el trabajo que has desarrollado hasta ahora Martha y Julián se han interesado en establecer si las formas que presentan las galaxias responden a un comportamiento fractal, como ocurre con otras estructuras de la naturaleza.

Ayuda a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal que defina la forma de las galaxias, para ello te invitamos a realizar las siguientes actividades.

2. Marta y Julián seleccionaron 5 imágenes de las galaxias que observaron y fotografiaron en su viaje, eligiendo las 5 formas propuestas en la clasificación de Hubble. Obsérvalas detenidamente, de manera que puedas completar la tabla:

### Galaxia A



### Galaxia B



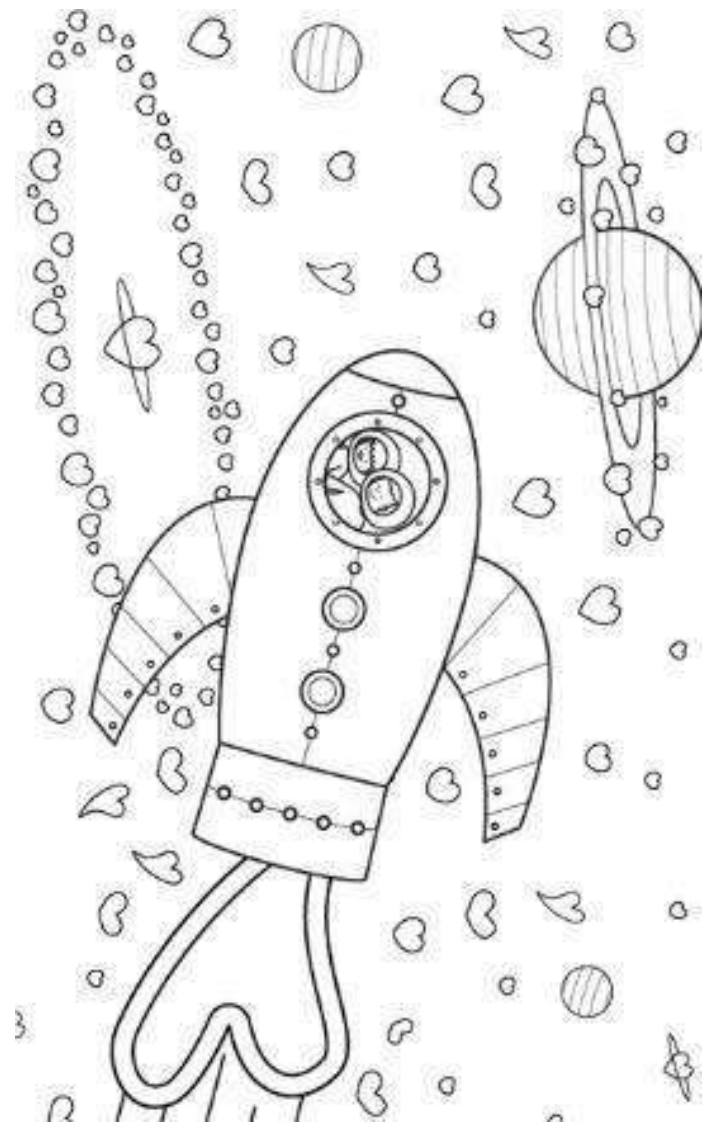
**Galaxia C**





**Galaxia D**



**Galaxia E**



FOTOGRAFIA	Establece el Tipo de Galaxia	Describe la forma de la galaxia la Galaxia	¿La forma de la galaxia presenta similitud con algún elemento de la naturaleza? ¿Con qué y por qué?	¿La forma de la galaxia presenta similitud con alguna forma geométrica que conozcas? ¿Con cuál y por qué?
Galaxia A				
Galaxia B				
Galaxia C				

<b>Galaxia F</b>				
<b>Galaxia E</b>				



# GUÍA ORIENTADORA X

NOMBRE: \_\_\_\_\_

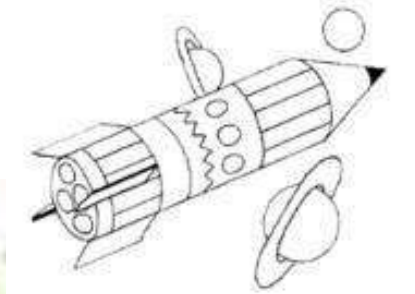
CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... la cosmología fractal en la física ha tenido gran acogida, puesto que la estructura que presenta el universo a gran escala, se asimila a la forma de un fractal. Por lo tanto, estudios científicos desde la rama de la cosmología observacional, hacen uso de un modelo como el de Hubble, para hablar del espacio a fin de establecer su estructura desde una pequeña escala.*

## ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?

Continuemos con nuestro propósito por ayudar a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal en la forma de las galaxias que observaron.

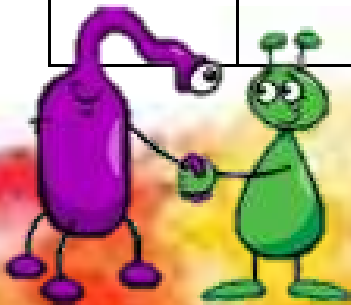
1. Para esto y con base a las observaciones y descripciones que realizaste en las actividades de la guía orientadora anterior; analiza tus consideraciones para poder determinar si existe, o no, un vínculo entre las formas de las galaxias y los fractales completando la siguiente tabla:



FOTOGRAFIA	¿Identificas algún tipo de forma fractal presente en la morfología de la galaxia? ¿Por qué sí o por qué no? ¿De haberlo encontrado cuál sería?	¿Qué criterios tuviste en cuenta para establecer o no, una relación entre la morfología de la galaxia con los fractales? Descríbelos:	¿La estructura geométrica que se observa de las galaxias tiene algún tipo de similitud a la configuración de un fractal?
Galaxia A			
Galaxia B			
Galaxia C			



<b>Galaxia F</b>			
<b>Galaxia E</b>			

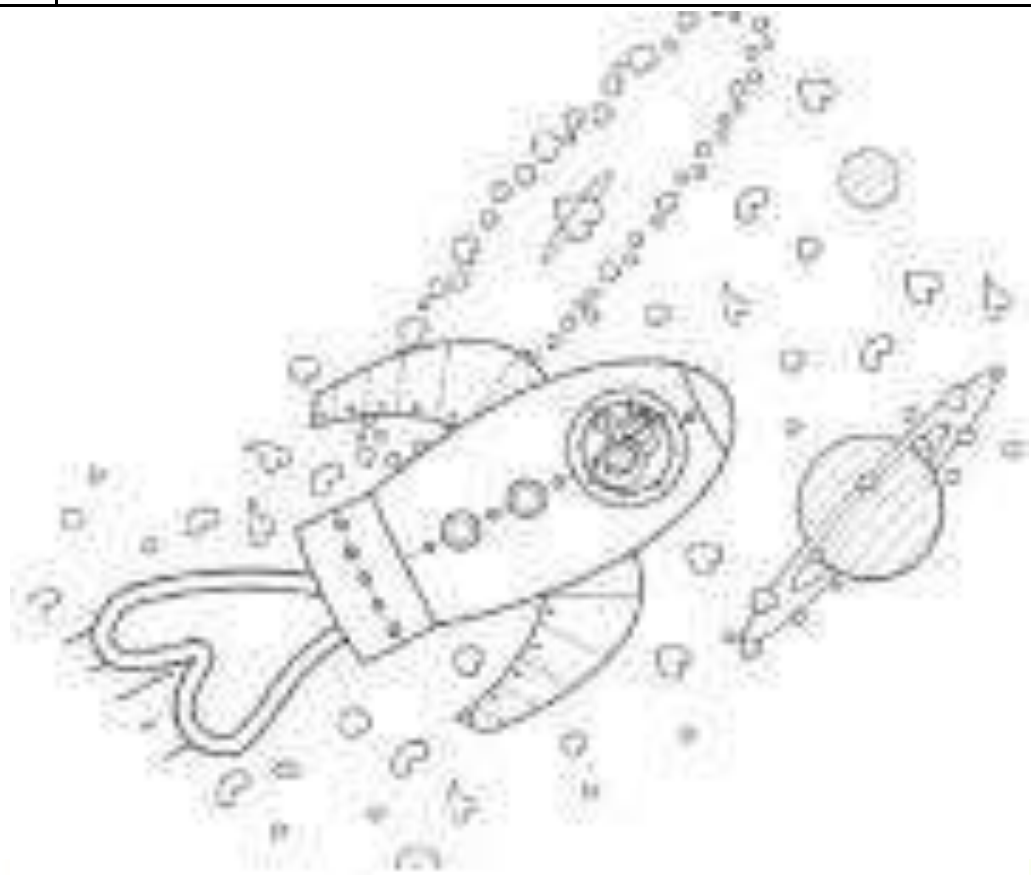


2. Si lograste establecer en las galaxias algún tipo de similitud a la configuración de un fractal, dibuja en forma de fractal la galaxia en la, o las que lo evidenciaste:

<b>FOTOGRAFÍA</b>	<b>Estructura fractal identificada</b>
<b>Galaxia A</b>	
<b>Galaxia B</b>	
<b>Galaxia C</b>	
<b>Galaxia D</b>	



Galaxia E	



# GUÍA ORIENTADORA XI

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

*¿Sabías qué?... los científicos están tras la búsqueda de reconstruir la historia entera del universo, a través, de la distribución de la materia en el espacio que se ha ido ordenando por más de 14 mil millones de años, gracias a la gravedad y la expansión del universo. Cabe resaltar, que la forma en que se distribuya la materia, permite pensar su configuración o estructura y su agrupación, llegando a parecerse al de un fractal.*

## ¡CONCLUYAMOS!

Finalmente, para ayudar a Martha y Julián a determinar si existe o no un comportamiento fractal en la morfología de las galaxias que observaron, te invitamos a que compares y debatas con tus compañeros de grupo, los resultados del análisis del trabajo desarrollado en la guía ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?

1. Organiza a modo de presentación PowerPoint el trabajo desarrollo en la guía ¿MORFOLOGÍA FRACTAL EN LAS GALAXIAS?
2. Organiza con tu maestro y compañeros, un escenario donde ellos y tú, puedan socializar y exponer sus análisis sobre lo trabajado en la guía anterior.
3. Identifica 3 compañeros con los que estás de acuerdo en su análisis y 3 con quienes estas en desacuerdo. Escribe las razones por las que están de acuerdo o en desacuerdo.



Nombre del compañero	Estoy de acuerdo porque...	Estoy en desacuerdo porque...




4. Con estas seis posturas del punto anterior, organiza una mesa redonda, en la cual debatan sobre sus razones o argumentos si están de acuerdo o en desacuerdo.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

6. Con el grupo de la mesa redonda estructuren y presenten a modo de exposición, una conclusión dirigida a Martha y Julián. Ayúdense visualmente con una presentación PowerPoint.

Gracias por tu colaboración y trabajo durante esta aventura, con ello, hemos logrado entender a las galaxias, los fractales y poder relacionarlos para saber si existe o no, un comportamiento fractal en la morfología de las galaxias. Espero verte en una próxima aventura, para seguir viajando y conociendo al universo.



## EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE FASE

Luego de realizar las actividades de las guías orientadoras, se pretende dar alcance a los propósitos de cada sesión mediante actividades intencionadas con situaciones que pongan sobre la mesa las habilidades de observar, analizar y argumentar sobre si existe o no una relación entre el comportamiento fractal y la forma que define a las galaxias.

### PREGUNTAS ORIENTADORAS

#### Propósito 3

- ¿Los estudiantes lograron definir una estructura de las galaxias, semejante a las configuraciones de un fractal?
- ¿Qué consideraciones tuvieron los estudiantes, a la hora de relacionar la existencia o no, de una estructura fractal en la morfología de las galaxias?
- Teniendo en cuenta los argumentos y criterios de los alumnos, ¿Se logró comprender las formas de las galaxias y determinar si su morfología o estructura obedece a la composición de un fractal? ¿Por qué?

#### Propósito 1,2, 4 y 5

- ¿Se podría constatar que existe algún cambio en los estudiantes frente a sus procesos de observación, análisis y argumentación, en concordancia a las fases anteriores? si se evidenciaron cambios, descríbalos.
- ¿El desempeño realizado por los estudiantes permitió potencializar sus habilidades y evidenciar el proceso de sus concepciones iniciales, hasta sus razonamientos finales? ¿Por qué?

#### Análisis de resultados:

## FASE VI: EVALUACIÓN











Evaluar el desarrollo en las habilidades de observación, análisis y argumentación en los estudiantes frente a los resultados obtenidos en la Fase I, luego de la ejecución de las fases III, IV y V.












<b>Habilidades</b>	<b>Describe cómo se dio el progreso de cada habilidad en los estudiantes</b>	<b>¿Qué aspectos de la estrategia permitieron el fortalecimiento de cada habilidad?</b>	<b>¿Qué aspectos de la estrategia se pueden mejorar? ¿Por qué y cómo?</b>	<b>¿Qué aspectos de la estrategia se consideran que se deben replantear? ¿Por qué y cómo?</b>
<b>Observación</b>				
<b>Análisis</b>				
<b>Argumentación</b>				

--	--	--	--	--

### Fuentes y referencia de imágenes

Las imágenes que se encuentran en la cartilla didáctica, fueron tomadas de las siguientes páginas web:

IMAGEN	FUENTE BIBLIOGRAFICA
	<p>Fig.1. Ovni con una dona. Recuperado de: <a href="https://co.pinterest.com/pin/811492426606931219/">https://co.pinterest.com/pin/811492426606931219/</a></p>
	<p>Fig.2. Cómo dibujar un Ovni o Platillo Volante. Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hTQjRFIFEB0">Fhttps://www.youtube.com/watch?v=hTQjRFIFEB0</a></p>
	<p>Fig.3. Dibujo de cómo dibujar el logo de YouTube fácil paso a paso. Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-hE3ccb2Z-g">https://www.youtube.com/watch?v=-hE3ccb2Z-g</a></p>
	<p>Fig.4. Dibujo alíen teniendo una hoja. Recuperado de: <a href="https://es.dreamstime.com/e-image118636091">https://es.dreamstime.com/e-image118636091</a></p>
	<p>Fig.5. Dibujo de E.T. el extraterrestre señalando con el dedo. Recuperado de: <a href="https://www.stickpng.com/es/img/comics-y-fantasia/et-lestraterrestre/et-el-extraterrestre-senalando-con-el-dedo">https://www.stickpng.com/es/img/comics-y-fantasia/et-lestraterrestre/et-el-extraterrestre-senalando-con-el-dedo</a></p>
	<p>Fig.6. Dibujo alíen morado. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/alien-morado.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/alien-morado.html</a></p>
	<p>Fig.7. Dibujo para colorear. Recuperado de: <a href="http://es.hellokids.com/c_29835/dibujos-para-colorear/dibujos-infantiles/espacio-y-extraterrestres/cohete-espacial">http://es.hellokids.com/c_29835/dibujos-para-colorear/dibujos-infantiles/espacio-y-extraterrestres/cohete-espacial</a></p>
	<p>Fig.8. Escudo colegio José Manuel Restrepo. Recuperado de: <a href="https://www.redacademica.edu.co/colegios/colegio-jos-manuel-restrepo-ied">https://www.redacademica.edu.co/colegios/colegio-jos-manuel-restrepo-ied</a></p>
	<p>Fig.9. Dibujo de astronauta cayendo. Recuperado de: <a href="http://co.pinterest.com/pin/579768152000122088/?autologin=true">http://co.pinterest.com/pin/579768152000122088/?autologin=true</a></p>
	<p>Fig.10. Dibujo Marciano: vectores, gráficos, imágenes vectoriales. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/marciano.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/marciano.html</a></p>

	<p>Fig.11. Dibujo acuarela. Recuperado de: <a href="https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/">https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/</a></p>
	<p>Fig.12. Dibujo niño sosteniendo tablero. Recuperado de: <a href="https://www.istockphoto.com/es/vector/ni%C3%B1o-de-dibujos-animados-sosteniendo-un-tablero-en-blanco-vac%C3%ADo-con-espacio-para-la-gm1264436235-370331796">https://www.istockphoto.com/es/vector/ni%C3%B1o-de-dibujos-animados-sosteniendo-un-tablero-en-blanco-vac%C3%ADo-con-espacio-para-la-gm1264436235-370331796</a></p>
	<p>Fig.13. Dibujo de ojos alienígena. Recuperado de: <a href="https://sp.depositphotos.com/vector-images/extraterrestres.html">https://sp.depositphotos.com/vector-images/extraterrestres.html</a></p>
	<p>Fig.14. Profesor enseñando en servicio. Recuperado de: <a href="https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tlats">https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tlats</a></p>
	<p>Fig.15. Dibujo soy alien. Recuperado de: <a href="https://co.pinterest.com/pin/487233253415006481/">https://co.pinterest.com/pin/487233253415006481/</a></p>
	<p>Fig.16. Dibujo de Alién con un arma. Recuperado de: <a href="https://galeria.dibujos.net/espacio/alien-con-una-arma-pintado-por-ornitorrin-9750831.html">https://galeria.dibujos.net/espacio/alien-con-una-arma-pintado-por-ornitorrin-9750831.html</a></p>
	<p>Fig.17. Ilustración extraterrestre. Recuperado de: <a href="https://www.pngwing.com/es/free-png-zfdy">https://www.pngwing.com/es/free-png-zfdy</a></p>
	<p>Fig.18. Disney Pixar: Toy Story 4. Recuperado de: <a href="https://www.amazon.com/-/es/Disney-Pixar-incluye-protectora-compatible/dp/B07RJP7FDC">https://www.amazon.com/-/es/Disney-Pixar-incluye-protectora-compatible/dp/B07RJP7FDC</a></p>
	<p>Fig.19. Dibujo acuarela. Recuperado de: <a href="https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/">https://totenart.com/tutoriales/5-tecnicas-sencillas-para-iniciarte-en-la-acuarela/</a></p>
	<p>Fig.20. Dibujo alien leyendo libro. Recuperado de: <a href="https://www.redbubble.com/es/i/poster/Alien-leyendo-un-libro-de-SaradaBoru/24719963.LVTDI">https://www.redbubble.com/es/i/poster/Alien-leyendo-un-libro-de-SaradaBoru/24719963.LVTDI</a></p>
	<p>Fig.21. Dibujo de cuaderno con símbolos y números. Recuperado de: <a href="https://sites.google.com/site/maticasparaprimergradoi/">https://sites.google.com/site/maticasparaprimergradoi/</a></p>

	<p>Fig.22. Dibujos de Ovnis para colorear. Recuperado de: <a href="https://www.pinterest.es/pin/608197124647830213">https://www.pinterest.es/pin/608197124647830213</a></p>