



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 10-12-2018

Señores  
CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN  
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
Ciudad

El (Los) suscrito(s):

OMAR TOVAR TOVAR, con C.C. No. 7684382

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

Titulado **INTERDISCIPLINARIEDAD DE LAS LEYES DE NEWTON CONTEXTUALIZADA EN UNA MICROCUENCA**

Presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de

MAGISTER ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD

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

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

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE: OMAR TOVAR TOVAR

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

Vigilada Mineducación

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**MAESTRIA EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD**

ACTA DE SUSTENTACIÓN

**NOMBRE DE LA TESIS:** "Interdisciplinariedad de las leyes de newton contextualizada en la microcuencia "La Cuervo""

**AUTORES:** OMAR TOVAR TOVAR

**ASESORES / JURADOS:** FREDIS ALBERTO MIER – JAIME RUIZ SOLORZANO.

CRITERIO	OBSERVACIÓN
1. Se involucra significativamente con el Pensamiento Complejo o Ciencias de la complejidad.	Cumple
2. Los antecedentes que presenta son coherentes con el planteamiento del problema.	Cumple
3. Presenta de manera clara y concisa la Metodología usada en la investigación.	Regular
4. Hay coherencia entre el (los) objetivo(s), la(s) pregunta(s) de investigación y los resultados obtenidos.	Cumple
5. Construye una revisión Bibliográfica Completa, acerca de la temática en la que se enmarca la investigación.	Cumple
6. Cruza apropiadamente las referencias.	Cumple
7. Profundiza, argumenta y aportes sobre la Temática.	Cumple
8. Interrelaciona apropiadamente la Teoría con la Práctica.	Cumple
9. Beneficio social de la propuesta.	Cumple
10. El documento presenta buena redacción, ortografía y está libre de errores orto-tipográficos.	Cumple
11. El documento atiende a las normas APA	Cumple

Aprobado: Aprobado

No Aprobado: \_\_\_\_\_

Observaciones de la Sustentación: No es clara la aplicación de la metodología

FIRMAS: ASESORES / JURADOS:

\_\_\_\_\_

CIUDAD: Neiva.

ESTUDIANTES

[Firma] COD 20771160422

FECHA: Dic. 7 / 2018

Evaluación de la sustentación de tesis

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**MAESTRIA EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD**

ACTA DE SUSTENTACIÓN

NOMBRE DE LA TESIS: "Interdisciplinariedad de las leyes de Newton contextualizada en la microcuencia "La Cuervo""

AUTORES: OMAR TOVAR TOVAR

ASESORES / JURADOS: FREDIS ALBERTO MIER – JAIME RUIZ SOLORZANO.

CRITERIO	OBSERVACIÓN
1. Se involucra significativamente con el Pensamiento Complejo o Ciencias de la complejidad.	De acuerdo - Se enfoca un problema de forma interdisciplinaria
2. Los antecedentes que presenta son coherentes con el planteamiento del problema.	De acuerdo. Los antecedentes son coherentes.
3. Presenta de manera clara y concisa la Metodología usada en la investigación.	Hay buena metodología.
4. Hay coherencia entre el (los) objetivo(s), la(s) pregunta(s) de investigación y los resultados obtenidos.	Se logran los objetivos.
5. Construye una revisión Bibliográfica Completa, acerca de la temática en la que se enmarca la investigación.	Hay buena revisión bibliográfica
6. Cruza apropiadamente las referencias.	Tiene grandes problemas en ese aspecto
7. Profundiza, argumenta y aporta sobre la Temática.	De acuerdo
8. Interrelaciona apropiadamente la Teoría con la Práctica.	Falta una mayor conexión.
9. Beneficio social de la propuesta.	Tiene un gran impacto social
10. El documento presenta buena redacción, ortografía y está libre de errores orto-tipográficos.	Debe hacerse una mejor revisión.
11. El documento atiende a las normas APA	Solo en algunos aspectos.

Aprobado: Aprobado. No obstante, debe hacerse una revisión rigurosa de la contextualización

No Aprobado: \_\_\_\_\_

Observaciones de la Sustentación: Falta una mayor conexión entre el gran marco teórico y la resolución del problema planteado. Debe hacerse una revisión rigurosa sobre las referencias bibliográficas.

FIRMAS: ASESORES / JURADOS:

Freddy B. Mier

ESTUDIANTES

[Firma] COD 20171160422

CIUDAD: Neiva, Huila

FECHA: Diciembre 7/18

Evaluación de la sustentación de tesis

Aprobado: X



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: INTERDISCIPLINARIEDAD DE LAS LEYES DE NEWTON  
CONTEXTUALIZADA EN UNA MICROCUENCA**

**AUTOR O AUTORES:**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>
TOVAR TOVAR	OMAR

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>
MONTEALEGRE CARDENAS	MAURO

**ASESOR (ES):**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>
DELGADO RIVAS	OSWALDO

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: MAGÍSTER EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**PROGRAMA O POSGRADO: MAestrÍA EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD**

**CIUDAD: NEIVA**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2018**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 87**

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

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos  Ilustraciones en general  Grabados   
Láminas  Litografías  Mapas  Música impresa  Planos  Retratos  Sin ilustraciones   
Tablas o Cuadros

Vigilada mieducación

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



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 5</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

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

**MATERIAL ANEXO: PDF-LATES**

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

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. COMPLEJIDAD	COMPLEXITY	6. DIDACTICA	DIDACTICS
2. APRENDIZAJE	LEARNING	7. ESTRATEGIA	STRATEGY
3. CONSTRUCTIVISMO	CONSTRUCTIVISM	8. MICROCUENCA	MICROCUENCA
4. LEYES	LAWS	9. VECTORES	VECTORES
5. MOVIMIENTO	MOTION	10. ACTIVO	ACTIVE

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

Este trabajo de tesis titulado: **Interdisciplinariedad de las Leyes de Newton a través dMie la Microcuencia “La Cuervo”** es una investigación basada en la complejidad como estrategia en el aprendizaje activo de los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa la Unión del Municipio de Suaza – Huila.

La guía de aprendizaje fue la estrategia didáctica adoptada en la presente investigación que le permitió al estudiante, contextualizar las leyes de Newton desde la microcuencia “La Cuervo”. Se realizaron cuatros fases o momentos de aprendizaje: exploración, diagnostica, experimental y de aplicación; para que el estudiante pudiera alcanzar una práctica pedagógica eficaz.

En la **fase de exploración**: se indagaron el caudal, los deslizamientos y el acueducto, con el fin de conocer las ideas previas para activar lo que ya sabe y conoce que nos sirva de sostén para la construcción del nuevo conocimiento de una manera sólida y significativa. Luego en la **fase diagnostica** se le aplico un examen de diagnóstico, el cual fue diseñado en base de preguntas de nivel conceptual sobre las Leyes de Newton, los resultados fueron evaluados de forma cualitativa con el propósito de valorar las fortalezas o carencias de los estudiantes en cuanto al tema y poder replantear la practica pedagógica fortaleciendo aún



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 5
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

más los procesos, contenidos y estrategias por parte del profesor. En la **fase experimental** se efectuaron algunos experimentos cualitativos y cuantitativos (medición) en los que el estudiante debía interactuar con el fenómeno natural indicado, aplicando procesos y contenidos que le permitieran analizar situaciones y reflexionar sobre él, hasta lograr una respuesta lógica, fundamentada en una base científica. Por ultimo encontramos **la fase de aplicación**, que es el momento en que se recogen o sintetizan los aprendizajes con el propósito de demostrar la comprensión lograda.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This thesis work entitled: Interdisciplinary of Newton's Laws through the Micro- watershed called: "La Cuervo", this is a research based on the complexity as a strategy in active learning of tenth grade students from "la union" High School located in the Municipality of Suaza - Huila.

The learning guide was the didactic strategy adopted in the present investigation that allowed students to contextualize Newton's laws through "La Cuervo" microwatershed investigation,



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 5</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

considering a set of activities that led learners to achieve their learning goal. The guide was structured in four phases or moments of learning: exploration, diagnosis, experimentation and application; so that students could reach an effective pedagogical practice.

In the exploration phase: the flow, the landslides and the aqueduct were investigated in order to know the previous ideas to activate what they already know, this will help the acquisition of new knowledge in a solid and significant way. Then in the diagnostic phase a diagnostic test was applied, which was designed based on conceptual questions on Newton's Laws, the results were evaluated in a qualitative way with the purpose of assessing the strengths or flaws students might have about the subject and being able to rethink the pedagogical practice, further strengthening the processes, contents and teacher's strategies. In the experimental phase, some qualitative and quantitative (measurement) experiments were carried out in which students must interact with the natural phenomenon indicated, applying the processes and contents that allowed them to analyze situations and reflect on those, until a logical response was obtained, based on a scientific basis.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>5 de 5</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: MAURO MONTEALEGRE CARDENAS

Firma: *Mauro Montealegre*

Nombre Jurado: JAIME RUIZ

Firma: *J Ruiz*

Nombre Jurado: FREDY MIER LOGATO

Firma: *Fredy Mier*

# INTERDISCIPLINARIEDAD DE LAS LEYES DE NEWTON CONTEXTUALIZADAS EN LA MICROCUCENCA LA CUERVO

*Presentado por:*

OMAR TOVAR TOVAR



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

---

NEIVA-HUILA  
COLOMBIA  
2018

# INTERDISCIPLINARIEDAD DE LAS LEYES DE NEWTON CONTEXTUALIZADAS EN LA MICROCUCENCA LA CUERVO

*Presentado por:*

OMAR TOVAR TOVAR

*Director de trabajo:*

Mauro Montealegre Cárdenas

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magíster en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

MAESTRÍA EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS DE LA COMPLEJIDAD

NEIVA-HUILA

COLOMBIA

2018



## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por la vida y por esa oportunidad de realizar esta maestría tan importante para mi formación personal y profesional. A mi Deisy, que con su humildad y amor siempre ha creído en mí, ha sido en todos estos años un apoyo incondicional y me ha mostrado el camino para seguir adelante en la vida, quien me ha orientado en este proceso de investigación y es mi inspiración para continuar con mi formación académica. Para mis hijos Guimel y Juancho decirles que la única posibilidad de salir adelante en la vida es estudiar. Hice todo este proceso para que tengan en cuenta que uno tiene que hacer lo de los aviones. Acuérdesse que los aviones no tienen retrovisor y los aviones van para adelante. Mi hermana Leonor fue mi pilar importante ya que compartí momentos significativos y haberme ayudado en esos momentos de formación académica, sin esta formación no hubiera logrado ningún beneficio académico ya que me llenó de buenos hábitos y valores. Finalmente, agradezco a los directivos y estudiantes de la I.E.UNION Suaza-Huila, que permitieron su disposición y actitud para realizar esta investigación que marcó pautas con pedagogía innovadora. En general, al programa Ciencias Exactas, al cuerpo docente de la maestría que en los dos años me llenaron de conocimiento, al profesor Mauro Montealegre, gestor de la Maestría Estudios Interdisciplinarios de la complejidad, al profesor Oswaldo Delgado que sirvió como segundo lector de la tesis, la profesora Jasmidt Vera Cuenca hacia sus aportes conceptuales, Jherson Julián Velásquez Leal fue muy fundamental para el proceso de protocolo y diseño de la tesis.

Gracias, muchas gracias.

# Resumen

Este trabajo de tesis titulado: **Interdisciplinariedad de las Leyes de Newton a través de la Microcuenca “La Cuervo”** es una investigación basada en la complejidad como estrategia en el aprendizaje activo de los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa la Unión del Municipio de Suaza–Huila.

La guía de aprendizaje fue la estrategia didáctica adoptada en la presente investigación que le permitió al estudiante, contextualizar las leyes de Newton desde la microcuenca “La Cuervo”, por medio de un conjunto de actividades que llevaron al educando al logro de sus aprendizajes. La guía fue estructurada en cuatro fases o momentos de aprendizaje: exploración, diagnóstica, experimental y de aplicación, para que el estudiante pudiera alcanzar una práctica pedagógica eficaz.

En la **fase de exploración**: se indagaron el caudal, los deslizamientos y el acueducto, con el fin de conocer las ideas previas para activar lo que ya sabe y conoce que nos sirva de sostén para la construcción del nuevo conocimiento de una manera sólida y significativa.

Luego en la **fase diagnóstica** se le aplicó un examen de diagnóstico, el cual fue diseñado con base en preguntas de nivel conceptual sobre las Leyes de Newton. Los resultados fueron evaluados de forma cualitativa con el propósito de valorar las fortalezas o carencias de los estudiantes en cuanto al tema y poder replantear la práctica pedagógica fortaleciendo aún más los procesos, contenidos y estrategias por parte del profesor.

En la **fase experimental** se efectuaron algunos experimentos cualitativos y cuantitativos (medición) en los que el estudiante debía interactuar con el fenómeno natural indicado, aplicando procesos y contenidos que le permitieran analizar situaciones y reflexionar sobre él, hasta lograr una respuesta lógica, fundamentada en una base científica.

Por último encontramos la **fase de aplicación**, que es el momento en que se recogen o sintetizan los aprendizajes con el propósito de demostrar la comprensión lograda. Para ello fue necesario proponer la representación vectorial de los fenómenos naturales observados y estudiados en la microcuenca con la intención de que el estudiante demostrara su entendimiento.

Finalmente, se aplicaron a los estudiantes una encuesta de cinco (5) ítems, de los cuales cuatro son las variables de entrada (antes) y una es la variable de salida (después) que permitieran valorar el interés de los estudiantes por la física y en especial por las leyes de Newton el antes y el después de la aplicación de la estrategia didáctica.

La finalidad de las encuestas era comprobar si con la nueva metodología del Aprendizaje Activo mejoraría el nivel de desempeños de los estudiantes hacia la Física. Con el tratamiento de la información se logró demostrar que la estrategia didáctica fue efectiva y que los estudiantes mejoraron notablemente su rendimiento académico en el área de las ciencias naturales y en especial en la asignatura de Física.

Se espera que los estudiantes que trabajan de forma Activa, muestren mejoras en sus conocimientos conceptuales, comparados con los que reciben su instrucción en forma tradicional. Dado que los primeros, al trabajar con experimentos van adquiriendo el conocimiento necesario de manera práctica y siguen los pasos del aprendizaje activo (Braun, 2007).

**Palabras Claves: Complejidad, Aprendizaje Activo, Leyes de Movimiento, Didáctica, Estrategia.**

# Abstract

This thesis work entitled: Interdisciplinary of Newton's Laws through the Micro Bowl the crow is a research based on complexity as a strategy in active learning of tenth grade students of the Union Educational Institution of the Municipality of Suaza-Huila.

The learning guide was the didactic strategy adopted in the present investigation that allowed the student to contextualize Newton's laws from the crow micro-basin, through a set of activities that led the learner to achieve their learning. The guide was structured in four phases or moments of learning: exploration, diagnosis, experimental and application; so that the student could reach an effective pedagogical practice.

In the exploration phase: the flow, the landslides and the aqueduct were investigated, in order to know the previous ideas to activate what you already know and know that will serve as support for the construction of new knowledge in a solid and significant way. Then in the diagnostic phase a diagnostic test was applied, which was designed based on questions of conceptual level on Newton's Laws, the results were evaluated in a qualitative way with the purpose of assessing the strengths or deficiencies of the students in Regarding the subject and being able to rethink the pedagogical practice, further strengthening the processes, contents and strategies of the teacher. In the experimental phase, some qualitative and quantitative (measurement) experiments were carried out in which the student had to interact with the natural phenomenon indicated, applying processes and contents that allowed him to analyze situations and reflect on it, until a logical response was obtained, based on a scientific basis. Finally, we find the application phase, which is the moment in which the learning is collected or synthesized in order to demonstrate the achieved understanding, for this it was necessary to propose the vectorial representation of the natural phenomena observed and studied in the micro basin with the intention of the student demonstrating their understanding.

Finally, a survey of five (5) items was applied to the students, of which four are the input variables (before) and one is the output variable (after) that allowed assessing students' interest in physics and in special by the laws of Newton the before and after the application of the didactic strategy.

The purpose of the surveys was to check whether the new methodology of Active Learning would improve the level of performance of students towards Physics. With the treatment of the information it was possible to demonstrate that the didactic strategy was effective and that the students improved their academic performance in the area of natural sciences and especially in the subject of Physics.

It is expected that students, who work actively, show improvements in their conceptual knowledge, compared with those who receive their instruction in a traditional way. Since the former, when working with experiments, they acquire the necessary knowledge in a practical way and follow the steps of active learning (Braun, 2007).

**Key words:Complexity,Active Learning, Laws of movement, Didactic, Strategy**

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>13</b>
<b>2. Planteamiento del Problema de Investigación</b>	<b>14</b>
2.1. Descripción del Problema	14
2.2. Sistematización del problema	15
2.3. Enunciación del Problema	16
<b>3. Antecedentes y Justificación</b>	<b>16</b>
3.1. Antecedentes	16
3.1.1. Internacional	16
3.1.2. Nacional	19
3.1.3. Regional	20
3.2. Justificación	21
<b>4. Marco Teórico</b>	<b>23</b>
4.1. Reseña Histórica: Aspectos que Anteceden la Formulación de las Tres Leyes de Newton	23
4.1.1. Las Concepciones Aristotélicas del Movimiento	23
4.1.2. Galileo y la Concepción de una Nueva Ciencia	25
4.1.3. Isaac Newton: Los Principios Matemáticos	29
4.2. Referente Contextual	30
4.2.1. Generalidades del Huila	30
4.2.2. Generalidades de Suaza	31
4.2.3. Generalidades de la región	31
4.3. Descripción del Contexto	32
4.3.1. Delimitación Espacial	32
4.3.2. Delimitación Temporal	32
4.4. Referente Institucional	33
4.4.1. Marco Socioeconómico y Educativo de la Región.	33
4.5. Referentes teóricos sobre los procesos educativos	35
4.5.1. David Paul Ausubel	35
4.5.2. Jean Piaget	36
4.5.3. Lev Semiónovich Vygotsky	37
4.5.4. Jerome Bruner	38
4.6. Referentes sobre la Teoría de complejidad y el Problema de Investigación	39
4.6.1. Desde los aportes de Humberto Maturana	40
4.6.2. Desde la Teoría del Caos	41
4.6.3. Desde la teoría general de los sistemas de Von Bertalanffy	42
4.6.4. Desde los Aportes de Carlos Eduardo Maldonado	42
4.6.5. Desde los fundamentos de Edgar Morín y Max-Neff	43



## Índice de figuras

1. ilustración del movimiento violento . . . . .	25
2. Argumento de la torre propuesto por Aristóteles . . . . .	27
3. El movimiento desde dos marcos de referencia inerciales diferentes. . . . .	27
4. Planos Inclinaados Descritos por Galileo . . . . .	29
5. Ubicación espacial Institución Educativa La Unión, Vereda La Unión, Municipio de Suaza-Huila. . . . .	33
6. Vectores de los Fenómenos Naturales . . . . .	58
7. Ilustración de la Microcuenca . . . . .	65
8. Ilustración . . . . .	68
9. Ilustración . . . . .	68
10. Ilustración . . . . .	69
11. Ilustración . . . . .	69
12. Ilustración . . . . .	70
13. Ilustración . . . . .	70
14. Ilustración . . . . .	71
15. Ilustración . . . . .	72
16. Ilustración . . . . .	73
17. ilustración del movimiento violento . . . . .	74
18. Árbol de Decisión Realizado con Software Weka y el algoritmo RandomTree . . . . .	84
19. Evidencias Fotográficas en el aula de clase . . . . .	85
20. Evidencias Fotográficas en la Microcuenca La Cuervo . . . . .	86

## Índice de cuadros

1. Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente . . . . .	54
2. Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente . . . . .	64
3. Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente . . . . .	72
4. Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente . . . . .	75
5. Encuesta a Estudiantes del Grado Décimo de la Institución Educativa La Unión . .	83

# 1. Introducción

Se ha identificado a un gran número de estudiantes con una situación académica empobrecida [Rocío and Cuervo, 2006]. Se cuestiona a nuestros estudiantes sobre su aprendizaje en la asignatura de Física y se observan enormes dificultades en sus conocimientos básicos. Esto hizo que los índices de reprobación siguieran siendo altos en esta asignatura y el estudiante siguieran reprobando, no sólo en esta asignatura si no también en las otras áreas. Lo más complicado es que, hasta el momento, ningún docente o padre de familia se ha preocupado por el aprendizaje de ellos, lo que ha disminuido su desinterés en continuar sus estudios.

En Física, la manera en cómo se lleva a cabo el Proceso de Enseñanza Aprendizaje sigue siguiendo la de una enseñanza tradicional. Esa metodología se halla vinculada con un bajo desempeño de la mayoría de estudiantes, pues éstos han entendido que la enseñanza tradicional no es la más adecuada en el siglo XXI.

Se diseñó una guía de aprendizaje para solucionar los problemas del desinterés por parte de los estudiantes y lograr que se interesaran por la asignatura de Física, empezando con los conceptos básicos de las Leyes de Newton y desarrollando las clases en la microcuenca “La Cuervo” con los estudiantes del grado decimo de la Institución Educativa La Unión del municipio de Suaza-Huila. Además, se generó un aprendizaje activo y significativo en ellos con el fin de transformar sus ideas previas en conceptos más estructurados y argumentados, a partir de un modelo mental básico que se convirtiera en un modelo teórico y se construyera durante la enseñanza de diferentes aspectos, diferenciando así lo general de lo específico para una mayor comprensión, como lo propone el nivel combinatorio [AUSUBEL, 1983].

Por otra parte, esta guía integra procesos y contenidos, con lo que se presenta una gran diferencia con las clases y los textos tradicionales, que principalmente incluyen contenidos informativos y pocas actividades de proceso. La guía se estructuró en cuatro fases o momentos de aprendizaje para que el estudiante pudiera alcanzar una práctica pedagógica eficaz. Estas fases fueron las siguientes: de **exploración**, momento inicial del aprendizaje en el cual los estudiantes ponían en evidencia, a través de distintos tipos de desempeños, sus conocimientos, habilidades y experiencias previas a un nuevo aprendizaje. Esto con el propósito de llevar a cabo un posterior proceso de reflexión (metacognición) con respecto al avance de su propio aprendizaje y en relación con unas metas preestablecidas. Esto les permite, también, apreciar el valor de aprender. **Diagnóstica**, consistente en la aplicación de una prueba escrita que permitiera identificar el referente teórico inicial de los estudiantes del grado decimo en relación con los preconceptos que tienen sobre fuerzas, masas, aceleración, velocidad, y otros temas relacionados con las leyes de Newton. **Experimental**, momento intermedio del aprendizaje en el cual los estudiantes son guiados por el profesor, a través de distintos y

variados desempeños, en un proceso de investigación o construcción de la comprensión, con el propósito de profundizar y sofisticar los conocimientos, habilidades y experiencias previas. Aplicación, momento final del proceso de aprendizaje en el cual los estudiantes, a través de desempeños diversos, complejos y retadores (adecuados a su nivel), demuestran la comprensión o aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de habilidades propuestas como metas de la clase.

Durante el desarrollo de cada una de las fases de aprendizaje propuestas en la guía de trabajo, los estudiantes aumentaron su capacidad de argumentación y la mayoría de ellos aclaró dudas relacionadas con la terminología usada en la física e hicieron uso adecuado de ella. Además, se mostraron bastante motivados, lo que se reflejó en el incremento de la participación en clase y en la disposición para socializar y argumentar sus planteamientos.

Finalmente, la propuesta se pone a prueba evaluando el desempeño de los estudiantes antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica, utilizando el programa WEKA y el árbol de decisiones. El análisis de los resultados reveló una mejora notable y significativa en el rendimiento académico en el área de las Ciencias Naturales y especial con la Física.

## **2. Planteamiento del Problema de Investigación**

### **2.1. Descripción del Problema**

Es evidente que la labor del docente debe ser enriquecida a la hora de enseñar, implementando múltiples estrategias pedagógicas y didácticas interesantes para los estudiantes, que los motiven y capten su atención, que satisfagan todas sus expectativas, desde su propia realidad. Es la hora de innovar, de transformar nuestras prácticas pedagógicas, de romper esos antiguos esquemas de la escuela tradicional que han traído consigo una serie de problemas que todos conocemos y nos quejamos a diario: estudiantes desmotivados que no asimilan contenidos o no aprenden, no cumplen con sus deberes, no asisten a clases, no hacen bien los trabajos, no rinden en las evaluaciones o exámenes. Entonces desesperados hacemos seguimientos en algunos libros reglamentarios, remitimos a otras instancias institucionales o llamamos a padres de familia para firmar compromisos o acuerdos, pero la situación no se soluciona, se convierte en un ciclo vicioso porque seguimos repitiendo nuestra misma forma de enseñar y cada día que pasa la escuela es un desastre, no llena las expectativas de los estudiantes y muchos de ellos se ven obligados abandonar sus estudios.

Como consecuencia de lo anterior y en busca de una solución a los problemas existentes, se ha investigado sobre el Aprendizaje Activo, como método efectivo [Requena Hernández, 2008](#). Afirma este autor que los estudiantes aprenden mejor y están más comprometidos con el aprendizaje cuando se utiliza dentro y fuera del aula, ya que es un aprendizaje basado en la implicación, motivación, atención y trabajo constante del estudiante, es decir, el estudiante NO es un pasivo que se limita a escuchar al profesor y a tomar apuntes, sino que es un sujeto activo que es responsable directo de su aprendizaje. El papel del docente es de acompañante en la acción educativa, facilitando el descubrimiento a través de ella; por su parte, el estudiante se convierte en el sujeto de la acción educativa, de modo que la naturaleza del conocimiento está en el estudiante y debe ser descubierta por el mismo a partir de su propia experiencia.

Como elemento disciplinar imparto la asignatura de Física como ciencia natural, que está íntimamente ligada a la naturaleza de las cosas y sus interacciones interdisciplinarias con otras áreas del saber, razón por la cual buscamos recrear las leyes del movimiento de Newton y principios que las rigen con aplicaciones prácticas o cercanas a la vida cotidiana de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa La Unión del municipio de Suaza-Huila.

Por lo anterior, se espera que, esta propuesta sea incorporada gradualmente por los docentes con el fin de que tiendan hacia Aprendizajes Activos en sus prácticas pedagógicas. Se recomienda también que los profesores preocupados por su labor docente, tengan una mentalidad reflexiva y autónoma, que hagan críticas a sus clases cotidianas y sean capaces de diseñar sus propias Estrategias Didácticas basados en sus percepciones.

## **2.2. Sistematización del problema**

Se plantean estas preguntas en nuestra propuesta:

¿Cómo el aprendizaje activo conduce a la comprensión de las Leyes de movimiento de Newton y otros fenómenos naturales?

¿Cómo estructurar una guía didáctica que oriente a los estudiantes del grado décimo a la comprensión y aplicación de las leyes del movimiento de Newton en la microcuenca de la quebrada La Cuervo?

¿Cómo demostrar la efectividad de la propuesta?

## 2.3. Enunciación del Problema

¿Cómo contextualizar las leyes de Newton involucrando la complejidad en el aprendizaje activo de los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa La Unión del municipio de Suaza-Huila utilizando el contexto de la microcuenca La Cuervo?

# 3. Antecedentes y Justificación

## 3.1. Antecedentes

En general, la enseñanza de las ciencias naturales ha presentado más avances didácticos en las asignaturas de Biología y Química que en Física. Por esta razón hemos contemplado a partir de esta búsqueda que las escasas investigaciones educativas para la enseñanza de las leyes de Newton no están principalmente enfocadas en la aplicación de la teoría educativa de la complejidad. Asimismo la aplicación de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje y sus aportes en la educación sí se ha discutido en varios artículos pero de manera general y no específicamente en la enseñanza de la física.

Sin embargo, es propio valorar los aportes de otros trabajos de investigación en los cuales se han aplicado el aprendizaje activo, las secuencias de enseñanza basadas en la investigación y algunas estrategias para la enseñanza de contenidos estrechamente relacionados.

A continuación se muestra una revisión bibliográfica de estudios educativos a nivel internacional, nacional y regional, relacionados con las leyes del movimiento de Newton como temática a desarrollar. Algunos de estos estudios se relacionan a partir de la complejidad como estrategia de enseñanza-aprendizaje donde se puede aportar a la interdisciplinariedad, al trabajo activo y/o al cambio de paradigma tradicional. En esos estudios se identifican varios aspectos que es importante recalcar como los objetivos característicos y fundamentales del estudio, las metodologías empleadas y los más importantes resultados; para lo anterior empleamos bases de datos tales como Dialnet, Redalyc, Scielo y acudimos a revistas especializadas en enseñanza de las ciencias tales como la REEC y Physical Review Physics Education.

### 3.1.1. Internacional

Pessoa en Sao Paulo Brasil [Bellucco and de Carvalho, 2013](#) propone una secuencia de enseñanza basada en actividades investigativas para los contenidos de Conservación de la cantidad de movimiento y las leyes de Newton; el objetivo de la secuencia planteada es desarrollar la temática a partir de actividades que fortalezcan la argumentación y el pensamiento crítico de acuerdo a los resultados de la aplicación del método científico

teniendo en cuenta la contextualización de las actividades del diario vivir como ejemplificación e interconexión de los contenidos y la cotidianidad para fortalecer la actitud activa de posibles estudiantes al aprender sobre física.

El trabajo anterior cumple con el objetivo de cambiar el paradigma tradicional en la enseñanza de la física por uno fundamentado en actividades investigativas, como mencionamos inicialmente. Este no representa justamente la aplicación de la teoría de la complejidad, sin embargo, me presenta bases para desarrollar actividades de aprendizaje activo, donde el estudiantado cumple con un rol participativo en cada una de las actividades de manera que se rompe con la idea de la educación bancaria y desarrollar habilidades cognitivo-lingüísticas e investigativas. Con lo anterior se demuestra que estos contenidos deterministas, como las leyes de Newton, no sólo se pueden enseñar como conceptos que han resultado del trabajo de la comunidad científica, sino que también nos muestra que estos contenidos hacen parte de la realidad que presenciamos en cada actividad física del universo, es ahí donde podemos investigar sobre las aplicaciones de las leyes del movimiento en situaciones cotidianas relacionadas entre sí, es decir, que hacen parte de un sistema de sistemas.

[Antwi, 2015], por su parte, desarrolló un trabajo de investigación con estudiantes de física de una universidad de Ghana en el cual analizó el proceso de enseñanza aprendizaje de la primera ley de Newton a partir del estudio de actividades de la vida real donde se permitía el compromiso y la participación activa de los estudiantes lo que generó que los educandos comprendieran mejor los conceptos de movimiento y los asociaran con la cotidianidad.

Este estudio es interesante y apropiado como antecedente para nuestra investigación puesto que como metodología aplica actividades interactivas y recreativas de la cotidianidad para el aprendizaje de la primera ley de Newton, y es en esto último donde radica la limitación, pues nuestro trabajo pretende llevar a cabo las tres leyes del movimiento y no sólo la primera. Asimismo, pudimos observar que las lecturas y actividades realizadas, a pesar de plasmar la cotidianidad, se llevaron a cabo en el aula de clase. Quizás hubiese sido más significativa la experiencia si las actividades se hubiesen realizado fuera del aula, como salidas de campo y demostraciones experimentales.

Por su parte Zuza [Guisasola et al., 2017] muestran que en la Universidad del País Vasco, diseñaron y evaluaron, junto con profesores externos para retroalimentación, secuencias de enseñanza y aprendizaje en la escuela secundaria superior y la universidad, enmarcadas en un curso básico de física, que en cuyo currículo se tenían en cuenta las leyes de Newton como temática. La evaluación de las secuencias se basaba en tres aspectos: primero, evaluación de sus actividades; segundo, evaluación del aprendizaje logrado por parte de los estudiantes en relación con los objetivos previstos; tercero, la recopilación de las dificultades encontradas en la implementación de las secuencias de

enseñanza aprendizaje para la retroalimentación como parte de evaluación formativa. De lo anterior se demostró que es de valiosa importancia la creación de secuencias fundamentadas en la teoría y las demostraciones no sólo gráficas sino también prácticas en la enseñanza de la física.

Esta investigación provee bases didácticas para afirmar que las secuencias de enseñanza aprendizaje deben ser fundamentadas en la teoría, sin dejar de lado los factores prácticos y dinámicos que también influyen en el proceso del estudiantado. Así pues, aporta fundamentos para desarrollar actividades lúdicas donde se represente la aplicación de las leyes de Newton en la cotidianidad. En cuanto a sus debilidades, esta investigación no proporciona información acerca de la comparación entre los resultados presentados y la aplicación simultánea en otras áreas del conocimiento en la enseñanza de las ciencias. Asimismo, no se evalúa una temática en particular, sino todo el currículo del curso, por lo que no se detalla a profundidad cada temática.

Hernández, López y González en [\[Hernández-Silva and López-Fernández, 2018\]](#), presentan las características y resultados de la aplicación de una intervención metodológica en un curso de didáctica en la formación inicial de profesores de física en una universidad estatal chilena. La intervención consistió en enseñar estrategias de aprendizaje activo para luego diseñar y ejecutar clases de física con sus compañeros. Encontraron como resultado que los estudiantes presentaron ganancias al finalizar la intervención, pues mejoraron su nivel de entendimiento conceptual sobre la temática física tratada.

Esta investigación permite evidenciar que las estrategias de aprendizaje activo aportan positivamente a nivel de conocimiento disciplinar, por lo que sienta las bases para formular una intervención didáctica donde se tengan en cuenta las observaciones y actividades propuestas por estos investigadores. Dentro de estas implicaciones encontramos como debilidad el hecho de que haya sido aplicado sólo en estudiantes universitarios y, además, el corto tiempo de aplicación al tenerse en cuenta la amplia cantidad de temáticas de física desarrolladas. En cuanto a la interdisciplinariedad consideramos que aunque es positivo el hecho de que se haya desarrollado una temática física en un curso de didáctica, es necesario comparar la implementación de la metodología en cursos de diferentes áreas simultáneamente.

Álvarez y Vega [\[Álvarez Suárez and Vega Marcote, 2010\]](#) en las universidades de Granada y La Coruña en España, desarrollaron una investigación en la cual analizaron una unidad didáctica aplicada en la educación para la sostenibilidad en estudiantes de 14 a 16 años, en la cual determinaron que la transversalización es efectiva y recomendable para la enseñanza de diversas temáticas, principalmente a las relacionadas con la educación ambiental.

Esta investigación se aleja un poco del objetivo de la nuestra, pues se enmarca en el desarrollo de competencias ambientales. Sin embargo, presenta aportes referentes a la positiva aplicación de la transversalidad como estrategia de aprendizaje, puesto que como conclusión se expresó la superación de reticencia hacia una forma de trabajo activo. Adicionalmente, consideramos que nuestra temática de enseñanza aprendizaje nos permite formular actividades donde se pueda trabajar en favor de la indispensable educación ambiental.

Partiendo de los trabajos presentados a nivel internacional, podemos afirmar que es bastante variopinta la distribución geográfica, lo cual representa; una gran variación en el contexto para el desarrollo de cada experiencia. Esto implica que, a pesar de ser un referente positivo de las actividades y estrategias, no se puede afirmar con certeza que la metodología aplicada presenta resultados similares en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la realidad educativa colombiana.

### **3.1.2. Nacional**

En el sistema educativo colombiano se han venido presenciando algunos cambios metodológicos y conceptuales frente a la enseñanza de las ciencias naturales. Si bien no son cambios vertiginosos en comparación con otros países, se debe valorar el esfuerzo de varios docentes investigadores que intentan crear un ambiente apropiado para la enseñanza de cada temática propuesta por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Así pues seguidamente presentamos algunos trabajos investigativos nacionales que aportan a la formulación de nuestro planteamiento y a encaminar la metodología investigativa y didáctica a desarrollar.

[García, 2012](#) interpretó y aplicó un conjunto de secuencias didácticas para enseñar las leyes del movimiento de Newton con el propósito de mejorar el desempeño y la interpretación de dicha temática en estudiantes de grado décimo en el Instituto Técnico Industrial Piloto de la localidad de Tunjuelito en Bogotá. Las secuencias didácticas se basaron en el aprendizaje activo, razón por la cual se desarrollaron actividades interactivas de representaciones experimentales, simulaciones, videos y lecturas de desarrollos históricos, obteniendo como resultado el avance en la diferenciación y comprensión de los conceptos inmersos en la temática y mayor participación e interés por parte del estudiantado.

Este trabajo investigativo se asemeja al de Antwi (2015), pues las actividades interactivas planteadas se basan en simulaciones, lecturas y videos, y aunque no desconocemos sus aportes didácticos, consideramos que es limitado en cuanto al desarrollo de actividades más lúdicas y atractivas para los estudiantes, es decir, que se podrían agregar actividades y aspectos propios de actividades fuera del aula a manera de aplicación y

demostración real de las leyes de Newton en la cotidianidad.

Moreno y Martínez [Moreno et al.], aplicaron una unidad didáctica para la enseñanza de las leyes de Newton a partir del aprendizaje activo en estudiantes de grado décimo en la Institución Educativa Colegio Departamental La Esperanza de Villavicencio, en la cual aplicaron una metodología cíclica basada en cuatro pilares fundamentales: planear, actuar, observar y reflexionar. Concluyeron que esta estrategia contribuyó al proceso de aprendizaje de las leyes del movimiento de Newton fortaleciendo espacios de discusión y contrastación de hipótesis a partir de la experimentación.

### 3.1.3. Regional

La búsqueda de antecedentes regionales ha generado reducidos resultados, puesto que no se ha aplicado en la zona la teoría de la complejidad para la enseñanza de conceptos de Física, sin embargo, rescatamos los siguientes dos trabajos de grado desarrollados en la Universidad Surcolombiana.

El primero de éstos realizado en el programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, [Ramírez Andrade and Montealegre Palomá, 2012] el cual consiste en desarrollar una estrategia de enseñanza por competencias del curso Física Mecánica en el programa de Ingeniería de Petróleos de la misma universidad, encontrando que esta estrategia optada por el MEN aporta significativamente no sólo a la comprensión de las temáticas desarrolladas en el micro diseño curricular, sino también en el desarrollo de habilidades procedimentales y actitudinales; se resalta, que el aprendizaje por competencias no consiste en generar un conflicto entre estudiantes, sino en fomentar las capacidades para comprender los conceptos y aplicarlos a la toma de decisiones y a la acción como parte fundamental de la ciudadanía de cada individuo.

El segundo es un trabajo investigativo por parte del programa de Especialización en Pedagogía Sistemática [García Quintero, 2005], en el cual se diseña y evalúa una estrategia metodológica para el aprendizaje significativo y la evaluación por competencias de los estudiantes de los grados décimo y once en el área de física del Colegio San Miguel Arcángel en el municipio de Neiva.

Estos dos trabajos de investigación tienen como base la estrategia metodológica basada en el aprendizaje por competencias el cual consiste en desarrollar habilidades, conocimientos, actitudes y valores, lo cual corresponde a los aspectos imprescindibles para una ciudadanía crítica que responda a las necesidades del contexto, es decir, que responda a los aspectos del saber, hacer y ser. Esto enmarca las estrategias didácticas para que las actividades desarrolladas en clase respondan a las necesidades de la comunidad y no quede como una metodología monótona y alejada de la realidad social y ambiental.

Así, esta investigación aporta ciertas bases para romper con el paradigma tradicional persistente en la institución de aplicación de esta investigación. Por otro lado, estas investigaciones no se centran específicamente en la enseñanza de las leyes del movimiento, por lo que fundamenta la importancia de aplicar la metodología propuesta.

### **3.2. Justificación**

El departamento del Huila al momento no cuenta con ningún estudio que haya tenido como objetivo la enseñanza de las leyes de Newton teniendo como estrategia la aplicación de la teoría de la complejidad. Ésta trata impulsar un nuevo paradigma holístico donde se reemplace el reduccionismo, donde se establezca en las concepciones de los ciudadanos y en este caso en los estudiantes una universalización, es decir, se establezca una interrelación de los diferentes aspectos y campos que le dan sentido a la vida, y en sí a cada fenómeno de los sistemas, no sólo sociales sino también físicos y propios de fundamentación teórico científica.

Es así como, se establece una conexión entre la importancia de enseñar los contenidos propios de la física y la de hacer que se incorpore un pensamiento sistémico. Primeramente, la importancia de enseñar la física como una asignatura de las ciencias naturales, radica en su representación de la realidad, es decir, que gracias a los contenidos de física los estudiantes pueden comprender el funcionamiento y/o causales de las condiciones y resultados de los fenómenos físicos.

Pero si bien, los conceptos físicos representan una explicación de los fenómenos físicos, éstos representan un arduo trabajo para ser presentados en el aula de clase, pues conlleva a la necesaria comprensión de un sinnúmero de leyes, ecuaciones, símbolos y definiciones que desbordan la capacidad de la asignatura. De esta manera, como docentes debemos comprender esta realidad y centrar los esfuerzos en los tres objetivos prioritarios propuestos por Jiménez : el primero, que consiste en atender las necesidades actuales tanto personales como colectivas en este ámbito del conocimiento; el segundo en facilitar herramientas básicas al alumnado para que pueda tomar decisiones reflexivas ante los problemas que tendrán como ciudadanos en un futuro próximo; el tercero, provocar satisfacción por lo que haya aprendido y deseo por seguir aprendiendo.

Estos objetivos propuestos establecen relación con la complejidad, puesto que para facilitar herramientas al alumnado para la toma de decisiones de manera autónoma es imprescindible que el individuo en cuestión deba comprender la realidad como un entramado de relaciones entre los eventos de cada sistema y esto conlleva a que el estudiante aprecie estos conocimientos que le han aportado a atender sus necesidades personales que influyen en la realidad social.

Ya quedando establecida la importancia de la enseñanza de las leyes de Newton y en general los contenidos de física y la de la complejidad como estrategia para romper paradigmas tradicionales de la educación, establecemos que para el desarrollo de la unidad didáctica basada en las bases de la complejidad, es necesario dar el lugar apropiado a los individuos participantes. Así que el alumno debe ser considerado parte fundamental de la realidad del contexto ecosocial [Gómez Francisco, 2010] y, de manera consecuente, la comunidad educativa debe desarrollar su función integradora de y para la sociedad, lo que implica la interrelación de las políticas económicas, sociales, culturales y demás con las institucionales.

Adentrándonos en las actividades a desarrollar en la unidad didáctica, éstas deben interconectar la realidad con los conceptos desarrollados en clase, y deben representar una estrategia atractiva para el estudiantado, razón por la cual, se ha establecido el aprendizaje activo como método de cumplir con estos objetivos. El aprendizaje activo es propicio, pues esta metodología fomenta la participación de los estudiantes en clase, les permite una interacción con sus compañeros, con su docente y poner en prueba sus conceptos y a aprender de manera autónoma para desarrollar habilidades como lo es el pensamiento crítico propio para la autoevaluación [Moreno et al.,].

De la misma manera lo que se quiere es que la escuela sea un espacio, donde los conocimientos se adquieran por medio de la experiencia, la aventura y el asombro del estudiantado, que no se limite únicamente a la clase memorística de conceptos si no que por el contrario el educando obtenga conocimientos significativos que, le sirvan para su vida y así entienda los diversos fenómenos naturales.

A pesar de que se espera que este tipo de estrategias que estimulan la participación activa de los estudiantes se lleve a cabo en las aulas, en el municipio de Suaza y más específicamente en la Institución Educativa La Unión se sigue vivenciando el paradigma tradicional. Pese a que institucionalmente se tiene establecido como estrategia la metodología de Escuela nueva para primaria, y post primaria, no se desarrollan actividades fuera del aula, ni actividades donde se requiera de la argumentación, de habilidades investigativas, ni de análisis de la cotidianidad. Esto último se afirma desde la experiencia en la institución, bajo la observación de la labor de compañeros y bajo las dificultades que representan las salidas de campo.

De acuerdo a lo anterior, se establece que la población de estudio esté conformada por estudiantes de décimo grado, pues en este curso se imparten las leyes de Newton como contenido curricular. Se plantea esta propuesta investigativa con la finalidad de ser evaluada frente a las posibilidades y ventajas para una aplicación de esta metodología a diferentes contenidos y cursos, de acuerdo a las necesidades y el contexto.

Así pues, se espera que el desarrollo de la intervención didáctica se dé bajo las posibilidades de gestión y respetando siempre la normatividad de la institución y desde luego la establecida por el MEN; por lo que, al analizar las potencialidades del territorio de la institución y sus alrededores, se cuenta con fuentes hídricas, espacios verdes y aulas que pueden ser escenario para actividades interactivas. Se espera que este trabajo investigativo aporte a la comunidad educativa herramientas a seguir utilizando, de manera que se parta hacia un nuevo desarrollo de actividades curriculares.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Reseña Histórica: Aspectos que Antecedan la Formulación de las Tres Leyes de Newton**

La formulación de las leyes del movimiento de Newton fue precedida por innumerables acontecimientos que forjaron y prepararon el pensamiento para la comprensión y explicación del comportamiento de la naturaleza. Distintos pensadores contribuyeron de alguna manera para esclarecer y formalizar los conceptos y principios de lo que denominamos como dinámica y estática. Aristóteles, con sus ideas sobre el movimiento de los cuerpos terrestres y celestes, Arquímedes cuyas ideas y explicación de la palanca fundamentaron el concepto de equilibrio, Filopón, Buridan, Oresme, Stevin, Copérnico, Brahe, Kepler y Galileo, con sus diferentes aportaciones, prepararían el momento y el pensamiento para una mente brillante como la de Isaac Newton, quien finalmente lograría la consolidación de los cimientos de la mecánica.

#### **4.1.1. Las Concepciones Aristotélicas del Movimiento**

Una de la mayores influencias sobre el pensamiento científico correspondería a la filosofía de Platón y en especial de su discípulo Aristóteles (384 a.C.–322 a.C.), los cuales dominarían el pensamiento durante 20 siglos. Sus ideas determinarían la forma de observar el mundo, de manera tal que resultaba inaceptable imaginar que la Tierra se movía y que nuestro Sol no giraba en torno a ésta. En la física, los estudios de Aristóteles estaban dedicados fundamentalmente al análisis de las causas y su relación con el movimiento, siendo más de carácter intuitivo que experimental. Los principios aristotélicos fueron desarrollados teniendo en cuenta las siguientes concepciones:

- Inexistencia del vacío. La sola idea de un espacio totalmente vacío era inaceptable e inimaginable dentro del pensamiento aristotélico; resultaba inadmisibles pensar en un movimiento continuo.
- Existencia de una causa eficiente en todo cambio. El "movimiento natural" es la inclinación que todo cuerpo posee al ocupar el lugar que le corresponde por su propia naturaleza. En el "movimiento violento" se necesita un motor.

- El principio de la acción por contacto. En todos los movimientos, excepto en los naturales, debe existir como causa eficiente un agente de contacto con el cuerpo móvil.
- La existencia de un primer agente inmóvil que pone en movimiento el universo. La hipótesis aristotélica establece que "todo lo que se mueve es movido por algo"; este algo podría ser una causa o un motor.

Los estudios de Aristóteles lo llevaron a clasificar el movimiento en dos clases principales: el movimiento natural y el movimiento violento. El movimiento natural se relacionaría con la "naturaleza" del objeto, dependiendo de qué combinación de los cuatro elementos poseía (tierra, aire, fuego, agua; toda la materia terrestre estaba compuesta de cantidades diferentes de estos elementos). Es así como Aristóteles explicaba que todo objeto en el universo tenía un lugar propio, determinado por esta "naturaleza" (la esfera de la tierra en el centro del mundo, luego la esfera del agua, luego la del aire y el fuego en la periferia), y que cualquier objeto que no está en su lugar propio "trataría" de ir a su sitio. Una roca es predominantemente una sustancia terrestre y por tanto descendía hacia el centro del universo; una pluma es una mezcla de aire y tierra, pero principalmente de esta última. Entonces caería al suelo, pero no con la misma rapidez que la roca; por tanto, Aristóteles afirmaba que los objetos más pesados deberían caer a rapidezces proporcionales a sus pesos; mientras más pesado sea un cuerpo, más rápido debería caer. En general, el movimiento natural debía ser hacia arriba, hacia la periferia, o directo hacia abajo, hacia el centro, como sucede con todas las cosas pesadas sobre la Tierra.

Para esta época la concepción del mundo era la de una Tierra inmóvil, como centro del universo, rodeada por esferas que contenían a los diferentes planetas, siendo este lugar eterno, inmutable e incorruptible; el cielo era dominado por el movimiento circular, sin principio ni fin, que se repetía sin desviarse. Aristóteles creía que los cielos se regían con reglas distintas, asegurando que los cuerpos celestes eran esferas perfectas compuestas por una sustancia perfecta e inalterable que denominó éter.

El **movimiento violento** era explicado por la acción permanente de un agente. Debía ser un empuje o tracción: "sin una fuerza impulsora no hay movimiento". Si se deja de realizar o ejercer dicha fuerza, el movimiento de progresión cesa, deteniéndose, siendo el reposo lo más natural.

Cuando se arroja una roca o se lanza un dardo, se puede observar que después de que el objeto deja la mano no se puede apreciar qué o quién le hace fuerza para que se siga moviendo. Aristóteles imaginaba que el aire separado por el movimiento del objeto causaba un efecto impulsor, al reagruparse detrás del objeto para colmar el vacío producido, haciéndolo mover hacia adelante.<sup>[1]</sup>

Finalmente, la concepción del movimiento se debe a la naturaleza del objeto en movimiento o a una fuerza de contacto sostenida durante el transcurso del movimiento. Si

un objeto está en su lugar propio no se moverá, sino cuando se le someta a una fuerza, a excepción de los cuerpos celestes que se mueven eternamente en círculos.



Figura 1: ilustración del movimiento violento

Se podría pensar, en forma ligera y descontextualizada, que las concepciones y explicaciones de la naturaleza dadas por Aristóteles son tremendamente erróneas. Sin embargo, su método inspiró a muchas generaciones por el estudio del orden, clasificación de la naturaleza y la ciencia, durante varios siglos. Su idea de un sistema de explicación que parte de ciertos principios generales para derivar conclusiones particulares sigue vigente en Newton, quien estudió las generalidades del movimiento desde el análisis de tres leyes básicas y la ley de gravitación para conseguir la explicación y resolver todos los problemas del movimiento.

#### 4.1.2. Galileo y la Concepción de una Nueva Ciencia

Los aportes de Galileo Galilei (1564-1642) en las ciencias han sido importantísimos, tanto por las contribuciones particulares como por el método que utilizó para obtenerlas. Galileo puede considerarse uno de los fundadores de lo que denominamos como el “método científico” y también uno de los fundadores de la física clásica. Utilizando observaciones experimentales, idealizaciones y deducciones lógicas, logró avanzar sobre la física aristotélica y cambiar conceptos que estaban firmemente arraigados desde de la antigüedad. La concepción aristotélica de un universo de esferas concéntricas en rotación, teniendo la Tierra como su centro e inmóvil (modelo geocéntrico), fue fundamentalmente la estructura aceptada, hasta llegar a ser cuestionada por parte de Nicolás Copérnico quien alrededor de 1507 escribe un documento relevante para la historia de la ciencia denominado *Commentariolus*, en el que presenta un esbozo inicial de un sistema heliocéntrico del mundo. Entre algunos de sus principales postulados es posible nombrar:

- El centro de la Tierra no es el centro del universo, sino sólo el centro de gravedad (*sed tantum gravitatis*) y el de la esfera lunar.
- Todas las esferas (*omnes orbis*) giran alrededor del Sol, el cual está en el centro de todo; por esta razón el Sol es el centro del mundo.

- Todo movimiento que aparece en el firmamento no se origina a causa del movimiento del firmamento mismo, sino a causa del movimiento de la Tierra. Así pues, la Tierra con sus elementos próximos (los elementos que la rodean) realiza una rotación completa alrededor de sus polos fijos en un movimiento diario, permaneciendo inmóvil el firmamento y el último cielo.

En su obra cumbre, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, Copérnico establecería un modelo heliocéntrico definitivo, el cual se publicaría en el año 1543. En él reafirmó que la Tierra giraba en torno al Sol. En su complejo tratado, que incluía un análisis completo de cada una de las hipótesis propuestas, Copérnico introdujo su modelo matemático de la Tierra, con tres movimientos uniformes y separados (rotación, traslación y declinación). Este libro fue incluido en el índice por la inquisición en siglo XVII, ya que sus ideas iban en contra de su doctrina aceptada por la iglesia de ese tiempo.

El principal defensor del modelo copernicano fue sin duda Galileo Galilei, quien en carne propia asumió las dificultades de la época con la iglesia y los defensores del modelo geocéntrico. Galileo expondría su postura a través de distintos trabajos, pero principalmente de sus obras *Sidereus Nuncius* (1610 - Mensajero Sideral) y *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo* (1632). En el *Sidereus Nuncius* brindaba un informe sobre sus observaciones y descubrimientos celestes realizados con su telescopio y atacaba la concepción aristotélica diáfana, inmaculada y perfecta de la estructura de los cielos.

La segunda obra exponía en forma de diálogo entre tres personajes (Salviati, seguidor de Copérnico, Sagredo, personaje imparcial y Simplicio, defensor de las ideas aristotélicas). Salviati, el representante de Galileo, realizaba diversos cuestionamientos a favor del modelo heliocéntrico, ridiculizando audazmente el sistema geocéntrico y las concepciones aristotélicas de la época.

En el siglo XVII, los argumentos que debía enfrentar Galileo frente a la inmovilidad de la Tierra correspondían a las ideas de Aristóteles, plenamente aceptadas. Si la Tierra se moviese, su movimiento debería ser violento, y se observa que todos los cuerpos cuando caen, vistos desde la Tierra, describen una línea recta, dirigida hacia el centro de la Tierra. Al ser violento el movimiento de la Tierra, no podía durar eternamente y no sería congruente con el orden del mundo que debe ser eterno. Además, si la Tierra se moviera, los objetos que caen, separados de los demás objetos unidos al mundo, se quedarían atrás.

Para explicar y corroborar que la Tierra permanecía inmóvil, Aristóteles consideraba el hecho de que al lanzar una roca, en forma vertical, muy alto, ésta vuelve a caer en el mismo lugar. De igual modo, al dejarla caer desde lo alto de un edificio, la roca desciende verticalmente y cae debajo del sitio desde donde se la soltó. Si la Tierra se moviera en forma violenta o rotase en su propio eje de occidente a oriente, la roca tocaría el suelo en un lugar alejado de la base del edificio, tal como se ilustra en [2](#). A esta argumentación aristotélica se le conoce como el argumento de la torre.

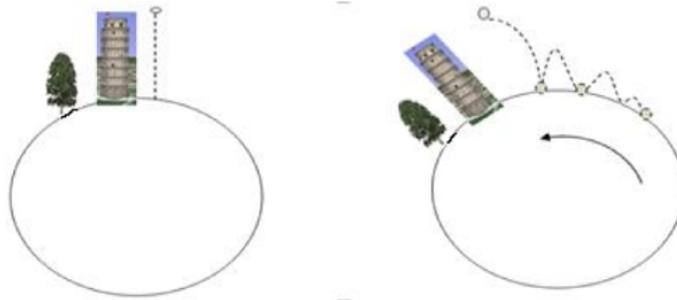


Figura 2: Argumento de la torre propuesto por Aristóteles

Para Galileo, esto no era cierto. La roca compartiría el movimiento de rotación de la Tierra, por lo cual la roca, vista desde la torre, continuaría moviéndose verticalmente hacia abajo, sin necesidad de que nada le empujase, llegando al suelo exactamente debajo del sitio desde donde se la había soltado. Para lograr la comprensión de todos sus contemporáneos, sugirió un ejemplo: ¿cómo debe caer una roca que se suelta desde lo alto de un mástil de un barco en movimiento a velocidad constante?

Independientemente de si el barco se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme sobre aguas tranquilas, al soltar la roca caerá cerca del mástil; cuando está cayendo no caerá atrás del barco, debido a que la roca comparte el movimiento de éste mientras desciende; dicha situación propone una confrontación entre la razón y la experiencia.<sup>3</sup>

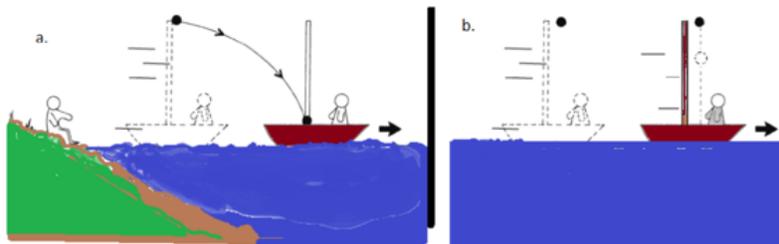


Figura 3: El movimiento desde dos marcos de referencia inerciales diferentes.

Galileo establece que pueden existir movimientos reales que, sin embargo, no se perciben al ser compartidos por todos los objetos de un mismo sistema físico. Un marinero que se encuentre al interior de la bodega de un barco que se desplaza en forma rectilínea y uniforme sobre aguas tranquilas, si no llegase a tener posibilidad de observar el exterior, no podrá dar cuenta de lo que le ocurre al barco (no sabría si está quieto en el puerto o está viajando) porque todos los objetos a su alrededor compartirán dicho estado; si el barco está en movimiento, será imperceptible en las condiciones descritas. Por tanto, el marinero no podrá a ciencia cierta responder al interrogante de si el barco se mueve o está quieto.

La situación anterior fue descrita por el propio Galileo Galilei con bastante ilustración de la siguiente forma:

“Encerraos con algún amigo en la mayor estancia que esté bajo la cubierta en un gran navío, y meted en ella moscas, mariposas y animalitos parecidos. Haya también un recipiente grande de agua con pececillos dentro. Además manténgase en alto un cubo, que gota a gota vaya dejando caer agua en otro recipiente de boca estrecha, situado debajo. Cuando la nave esté quieta, observad atentamente que los animalitos volantes se mueven en todas direcciones de la estancia con igual velocidad. Veréis que los peces nadan indistintamente hacia todos los lados. Las gotas que caen entrarán todas en la vasija situada debajo; (...), Una vez que hayáis observado diligentemente todas estas cosas... , haced mover la nave con la velocidad que sea. Veréis que (con tal que el movimiento sea uniforme y no fluctuante hacia aquí y hacia allá) no observaréis el más mínimo cambio en ninguno de los efectos mencionados y que, a partir de ellos, no podéis determinar si la nave avanza o está quieta”.

Los objetos, en sus movimientos relativos, se comportan unos con respecto a otros como si el movimiento del barco no existiese. Al extrapolar estas ideas, Galileo establecería que las leyes de la física serán independientes de cualquier sistema de referencia. Este enunciado se le reconoce como el principio de relatividad de Galileo.

Puesta en duda la inmovilidad de la Tierra, Galileo presentaría con la misma habilidad la ley de la persistencia del movimiento. Expondría argumentos ingeniosos e ilustrativos mediante un experimento imaginario en que se estudiaba cómo debía ser el movimiento de una esfera sobre una superficie inclinada y sobre un plano horizontal. Galileo propondría considerar una superficie dura, plana y perfectamente lisa. La esfera se movería sobre el plano sin interferencia y completamente libre de cualquier rozamiento con el aire circundante. Al poner en lo alto sobre esta superficie inclinada y soltarla, la esfera no permanecería quieta, sino que rodaría con un movimiento continuamente acelerado hasta que termine la pendiente. Por el contrario si se empuja la esfera violentamente para que suba por la misma superficie, su velocidad disminuiría progresivamente hasta detenerse, dependiendo de la inclinación del plano y de la fuerza aplicada sobre la esfera. Pero si la esfera rueda y se encuentra con un plano sin inclinación alguna, completamente horizontal, su velocidad no aumentaría ni disminuiría, sino que simplemente se mantendría en movimiento perpetuo uniforme. Esta situación estaría en contradicción con los preceptos aristotélicos del movimiento violento (según Aristóteles, si no hay fuerza, simplemente no puede haber movimiento). Al considerar que cuando la esfera rueda por el plano horizontal, sin ningún tipo de obstáculos, ni fricción, el movimiento se mantiene sin necesidad de una fuerza impulsora, se llegará a la conclusión de que el movimiento es natural y se conservará indefinidamente con velocidad constante [4-c]. Esta persistencia del movimiento horizontal descrita por Galileo es conocida como la ley galileana de la inercia.

Los dos argumentos expuestos por Galileo en su Diálogos (el principio de inercia y el de relatividad) permitirían comprender de una forma generalizada por qué no percibimos el movimiento de la Tierra, revalidando el modelo heliocéntrico y dando fin a la hegemonía

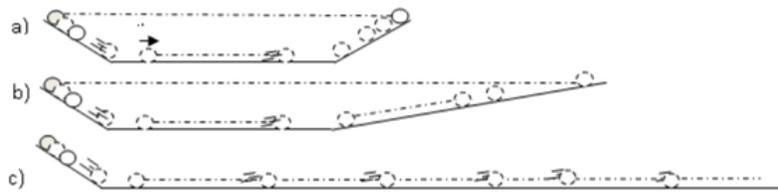


Figura 4: Planos Inclinados Descritos por Galileo

del dogma aristotélico. Este cambio de mirada constituyó una verdadera revolución científica.

Los aportes de Galileo serían fundamentales para la concepción de la nueva ciencia, siendo decisivos unos años más tarde para la comprensión y formulación de las leyes del movimiento por parte de Isaac Newton, como éste mismo lo expresará: “si he conseguido ver más lejos es porque me he apoyado en hombros de gigantes”. El trabajo de Galileo dejaría una huella enorme para la ciencia y consolidaría los esfuerzos de sus antecesores para dar una explicación matemático-experimental al problema del movimiento y sus causas.

#### 4.1.3. Isaac Newton: Los Principios Matemáticos

En el año de 1686, Isaac Newton hace la publicación de su obra más importante e impactante titulada *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural). Esta sería la consolidación definitiva de la mecánica. En esta obra, Newton formuló y desarrolló una extraordinaria teoría acerca del movimiento, postulando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo como agentes que producen el cambio de movimiento de dicho cuerpo. Esta descripción fue fundamentada en un estricto lenguaje matemático demostrativo. Su teoría se basó en los principios y definiciones fundamentales que reconocemos ahora como las tres leyes del movimiento. Con estos principios y su formulación de la célebre ley de Gravitación Universal, Newton daría cuenta en forma satisfactoria de una explicación de muchos movimientos, no sólo para los cuerpos sobre la superficie de la Tierra, sino también para los cuerpos celestes. La validez de las ideas newtonianas sería universal. En los Principia estas leyes están precedidas por un riguroso desarrollo paso a paso, en términos de definiciones, leyes y proposiciones. Las siguientes corresponden al conjunto de definiciones iniciales del libro:

- “La cantidad de materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente”. Newton así define la masa, estableciendo que es proporcional al peso.
- “La cantidad de movimiento es la medida del mismo, surgida de la velocidad y la cantidad de materia conjuntamente”

- Newton demostró que el movimiento de un cuerpo debe caracterizarse por algo más que por su rapidez; la masa debe influir para precisar su cantidad de movimiento. En la mecánica se le distingue como momentum y se define como el producto entre la masa del cuerpo y su velocidad.

En sus definiciones Newton distingue tres tipos de fuerza definidas así:

- “La fuerza ínsita de la materia es un poder de resistencia a todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La Fuerza centrípeta es aquella por la cual los cuerpos son arrastrados o impelidos, o tienden de cualquier modo hacia un punto como hacia un centro”.

## 4.2. Referente Contextual

### 4.2.1. Generalidades del Huila

El departamento del Huila fue creado mediante Ley 46 de 1905. Actualmente su capital es el municipio de Neiva, según el censo de 2005 con una población total de 1.011.418 habitantes de los cuales el 59,5 % (601.429) está localizado en la cabecera y el restante 40,5 % (409.989) en la zona rural.

En cuanto a su ubicación geográfica el departamento del Huila se encuentra situado en la parte sur de la región andina localizado entre los 01°33'08" y 03°47'32" de latitud norte y los 74°28'34" y 76°36'47" de longitud oeste; hace parte de la cuenca alta del río Magdalena, el cual nace en el Macizo Colombiano, lugar donde tiene origen la bifurcación de las cordilleras Central y Oriental.

El departamento del Huila tiene una extensión total de 19.890 Km cuadrados correspondiente al 1,7 % del territorio del país. Limita por el norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el oriente con Meta y Caquetá, por el sur con Caquetá y Cauca y por el occidente con Cauca y Tolima.

El Huila cuenta con 37 municipios. El relieve del territorio pertenece al sistema Andino, distinguiéndose a nivel macro cuatro unidades morfológicas: Macizo Colombiano, cordillera Central, cordillera Oriental y el valle del río Magdalena.

#### **4.2.2. Generalidades de Suaza**

El municipio de Suaza está ubicado al sur oriente del departamento del Huila, sobre la vertiente occidental de la cordillera oriental en la región central del valle del río Suaza y predomina el relieve montañoso. El nombre de Suaza obedece a la importancia del río que lo cruza de sur a norte. El río Suaza tomó su nombre posiblemente en honor del cacique Suaza, personaje de mucha importancia en tiempos prehistóricos de la región, poblada por la tribu de los Andaquíes, una de las razas más aguerridas y mejor organizadas que presentaron la más fiera resistencia a los invasores de esta zona; tiene una característica muy importante en el contexto departamental y nacional con respecto a la cultura artesanal del sombrero Suaza, elaborado en palma de iraca. De igual manera su religiosidad y devoción que profesan a la virgen de Aránzazu y la virgen de las Lajas en los santuarios de Gallardo y Satia respectivamente.

Los climas del municipio de Suaza son variados debido al relieve que posee; con altura de 1000 a 2300 msnm, temperaturas promedio que van desde los  $10^{\circ}C$  a  $18^{\circ}C$  y precipitación promedio es de 1.500 a 2.000 mm/año.

El sistema hidrográfico del municipio de Suaza está determinado por la subcuenca del río Suaza. El río Suaza nace en la cueva de los Guacharos en el municipio de Acevedo y hace un recorrido de 24 Kms, por el territorio de Suaza; Suaza goza de ricas fuentes de agua por el sector sur oriental, margen derecha del río suaza y lo contrario hacia el otro lado occidental. La división política del municipio consta de 44 veredas y dos Centros poblados en la zona rural como son: Guayabal y Gallardo. El 97% de las veredas se encuentran intercomunicadas por vía carretables en regular estado.

La parte turística del municipio, tiene bastante acogida por su belleza natural. El valle del río Suaza nos ofrece algunos balnearios como: las Quemadas, el Avispero y Aguario, fuera de otros sitios de interés histórico y religioso.

Los servicios públicos que ofrece el municipio son: luz eléctrica, teléfono, acueducto y alcantarillado, existe un centro Hospitalario denominado “ESE Hospital Nuestra Señora de Fátima”.

#### **4.2.3. Generalidades de la región**

La dinámica productiva de la región está basada principalmente en el sector primario o agrario. El principal cultivo es el café que ocupa 1.700 Has y produce 97.772 arrobas, que aporta a la economía regional \$3,600 millones de pesos anuales. Otros cultivos representativos son los de maracuyá y la ahuyama de los cuales se siembran 300 Has de maracuyá y 62 en ahuyama cuyas ventas aproximadas son de \$2,100 millones de pesos

anuales.

En el sector pecuario, ocupa el primer lugar la ganadería. Le siguen en forma descendente la producción piscícola, luego la avícola y por último la porcina.

Existen vínculos comerciales, educativos, de salud, culturales con la ciudad de Florencia, Pitalito, Suaza, Garzón, Acevedo y Neiva. El sector rural de influencia con la Institución Educativa lo integran 10 veredas: La Unión, Alto Tablón, Bajo Tablón, La Argentina, Pantanos, La Esmeralda, Toribio, Las Juntas, El Vergel y Cabildo. Todas las veredas poseen centros docentes rurales con polideportivos en donde sus habitantes se concentran los fines de semana para realizar sus prácticas deportivas, especialmente microfútbol. Con el único servicio público básico que cuentan las 10 veredas de la región es la energía eléctrica. Existen varias capillas de diferentes cultos cristianos.

El municipio es atravesado de sur a Norte por la carretera nacional al Departamento de Caquetá, de este eje vial se desprende las diferentes vías que se comunican con las demás veredas de la región.

La región en general es zona de influencia del Gran Macizo Colombiano ocupadas por bosques y selvas localizadas principalmente a partir de los 1.700 m.s.n.m. es un excelente sumidero de gas carbónico, de gran importancia para diversidad de flora y fauna. En el sector alto de la vereda la Argentina nace la quebrada Anayaco y sus afluentes, la totalidad de la vereda Alto Tablón en donde se origina la quebrada de la Neme y sus afluentes, por la parte alta de la vereda el Vergel en donde nace la quebrada Los Negros.

### **4.3. Descripción del Contexto**

#### **4.3.1. Delimitación Espacial**

La experiencia a sistematizar se llevó a cabo en la Institución Educativa la Unión sede Principal, ubicada en la Vereda la Unión del Municipio de Suaza en las coordenadas geográfica N 01°48'46,2" W 075°49'09,5" al norte con vereda las Juntas, al occidente con Veredas Toribio y Bajo Tablón al oriente con vereda el Vergel, al sur con Vereda Alto Tablón.

#### **4.3.2. Delimitación Temporal**

La investigación se desarrolló durante el primer semestre de 2018. La sistematización de la información va desde agosto hasta octubre porque son los meses que coinciden

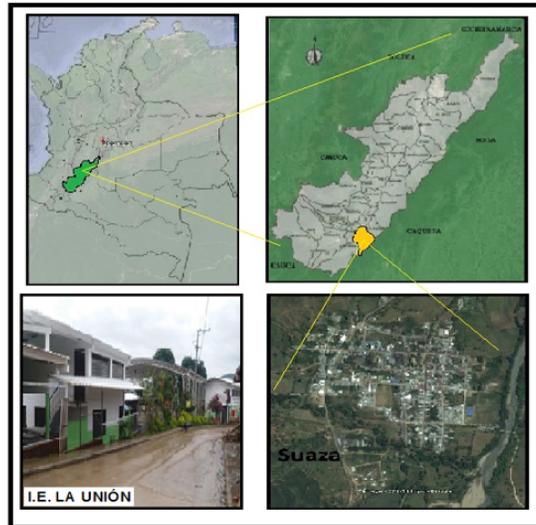


Figura 5: Ubicación espacial Institución Educativa La Unión, Vereda La Unión, Municipio de Suaza-Huila.

con el trabajo desarrollado durante el seminario taller de tesis de la maestría.

## 4.4. Referente Institucional

### 4.4.1. Marco Socioeconómico y Educativo de la Región.

Según información del DANE el decrecimiento de la población suaceña en los últimos años se atribuye a las migraciones por presión de los grupos armados, presentes en la región, y a la crisis económica del café y el detrimento del sector agropecuario a nivel nacional, con incidencias económicas sobre el departamento y la región. La base de la economía del municipio de Suaza es la actividad agrícola y ganadera, la mayor fuente de ingreso es la cafetera que da jornales entre familiares y contratados; cualquier cambio en el sector afecta a toda la población que vive del café.

En el aspecto educativo, el municipio en la zona urbana, cuenta con La Institución Educativa San Lorenzo (oficial), y Juana Velásquez (privado). En el área rural existen la I.E. Guayabal, I.E. San Calixto, I.E. Gallardo, I.E. Horizonte, I.E. El Brasil y la I.E. La Unión. Cada vereda cuenta con sus respectivas Sedes educativas de básica primaria.

La I.E. La Unión está ubicada en la zona rural del municipio de Suaza. La mayoría de los suelos están cultivados de café, por lo cual existen procesos de deforestación alarmante y sus habitantes desconocen las normas ambientales vigentes, por falta de divulgación y capacitación; o sea que no existe una conciencia ambiental de protección

de los recursos naturales. Además la carencia de medios de producción efectivos no permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Por otra parte, la falta de comunicación entre los miembros de la familia (debido a las largas jornadas laborales que impiden el acompañamiento en el proceso educativo de sus hijos) se ve en la necesidad de que la escuela retome su papel de promotora del desarrollo educativo y cultural y que a través del Proyecto Educativo Institucional participe o desarrolle procesos, estrategias y programas que correspondan a situaciones y necesidades de los educandos y que conlleven a brindar aportes para solucionar la problemática detectada en la región.

La Institución Educativa La Unión es de carácter oficial. Ofrece servicio en los niveles de preescolar, educación básica y media, bajo la metodología de Escuela Nueva y Post primaria Rural a todos los niños, niñas y jóvenes de las veredas Pantanos, Toribio, La Esmeralda, Las Juntas, El Vergel, Cabildo, La Argentina, Alto Tablón, Bajo Tablón y La Unión.

La población objeto de estudio se caracteriza por pertenecer principalmente a familias de estrato socioeconómico de nivel 1 y 2 apoyados por un régimen subsidiario. La poca disponibilidad económica que presentan estas familias impide la satisfacción eficaz de las necesidades básicas del ser humano. Presenta una población estudiantil homogénea en cantidad y en género. El nivel educativo de los padres de familia está principalmente en la básica primaria. Sus familias ejercen una labor agrícola en el cultivo del café y otros productos básicos de la canasta familiar.

Los estudiantes de la I.E la Unión hacen parte de familias tradicionales de tipología nuclear, mono parental, maternal y familia extensas. Su dinámica familiar es disfuncional en donde se viven situaciones de separación de los padres, violencia intrafamiliar, abandono de hogar, falta de empoderamiento parental y acompañamiento en la formación integral de los estudiantes en los diferentes etapas del ciclo de vida individual en donde se percibe la carencia de afectividad, ausencia de las pautas de crianza, ausencia de valores, falta de estilo de comunicación asertiva y dialogo intrafamiliar en el respeto a sus diferencias y oportunidades. De hecho, los estudiantes reconocen los esfuerzos de padres y madres cabezas de hogar, en la dedicación de sus largas horas de trabajo para solventar las necesidades. Esto hace entender que el significado de familia ha evolucionado a través de los tiempos en donde el cambio de la estructura familiar ha sido influenciado por las diferentes culturas y el avance de la tecnología en el mal manejo de los medios de comunicación al punto de lograr la transformación de ellas.

## 4.5. Referentes teóricos sobre los procesos educativos

La reflexión continua de los diferentes procesos educativos que se imparten al interior del aula de clase, han sido analizados por diversos pedagogos, en particular por los trabajos publicados por David Ausubel, Jean Piaget, Lev Vygotsky, John Dewey, Jerome Brunner y George Kelly, que han demostrado que el Aprendizaje Activo o Significativo ha nacido gracias a la teoría del conocimiento constructivista [Cakir, 2008]. El constructivismo enuncia que el conocimiento es “construido por un sujeto a través del pensamiento activo, definido como la atención selectiva, la organización de la información, e integración con o sustitución de los conocimientos existentes, y que la interacción social es necesaria para crear un sentido de colectivo. Por lo tanto, una persona necesita participar activamente en el proceso de aprendizaje” [Cakir, 2008] y [Mayer, 2004].

### 4.5.1. David Paul Ausubel

Para [Ausubel, 1968], el aprendizaje no debe constituir una actividad meramente de repetición y memorización, sino que se trata de relacionar las ideas nuevas con lo que el estudiante ya sabe, de una forma organizada y no de un modo arbitrario. Para que se produzca aprendizaje significativo, es precisa la coherencia en la estructura interna del material y la secuencia lógica en los procesos. Además, los contenidos deben ser comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende. La eficacia a largo plazo se sitúa en la calidad de las estructuras internas, de los esquemas de pensamiento y actuación que desarrolla el individuo y no en asociaciones pasajeras. El profesor no puede concebirse como una enciclopedia, sino como un intelectual que comprende la lógica de la estructura de su ciencia, y que entiende de forma histórica y evolutiva los procesos y vicisitudes de su formación como disciplina desarrollada por una comunidad científica.

“El alumno está dispuesto a este tipo de aprendizaje ya que este eleva su autoestima, potencia su beneficio personal y al ver el resultado del aprendizaje se ve más motivado para seguir aprendiendo. La esencia del aprendizaje Activo y significativo reside en que las ideas no son expresadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe; lo cual de forma paralela se relaciona con la estructura cognitiva de cada sujeto, a partir de la cual se manifiesta una organización jerárquica y lógica, en la que cada concepto ocupa un lugar en función de su nivel de abstracción, de generalidad y capacidad de incluir otros conceptos”. [Ausubel, 1968].

De acuerdo al aprendizaje activo y significativo, los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero

también es necesario que el alumno se interese por aprender lo que se le está mostrando. Ausubel también se preocupó por la forma en que los individuos aprenden grandes cantidades de material “significativo” en la escuela, proveniente de clases orales o del uso de textos.

Asegura que “el factor individual más importante que influencia el aprendizaje es el conocimiento previo del estudiante” [Ausubel, 1968]. Según él, un primer proceso en el aprendizaje es la incorporación, en el cuál el nuevo material se relaciona con ideas relevantes, existentes en las estructuras cognitivas. Para lograr el aprendizaje de un nuevo concepto, según Ausubel, es necesario tender un puente cognitivo entre ese nuevo concepto y alguna idea de carácter más general ya presente en la mente del alumno. Este puente cognitivo recibe el nombre de organizador previo y consistiría en una o varias ideas generales que se presentan antes que los materiales de aprendizaje propiamente dichos con el fin de facilitar su asimilación. En otras palabras, Ausubel propuso el uso de organizadores avanzados como propuesta de enseñanza que actúan como “puente de incorporación” entre el aprendizaje de material nuevo y las ideas relacionadas ya existentes. En consecuencia es muy importante que tanto la técnica didáctica como el nuevo material de aprendizaje sean significativos para el estudiante, porque de lo contrario no se da lugar a la construcción de conocimiento.

Las presentación didáctica de los temas puede propiciar una mejor aprehensión y retención del conocimiento, en la medida en que los conceptos planteados sean claros y adecuados en la estructura cognitiva del educando conllevando a un punto de partida para nuevas ideas y conceptos.

#### 4.5.2. Jean Piaget

Según [Piaget, 2001], los estudiantes progresan a través de estadios del desarrollo cognitivo y su capacidad de pensamiento abstracto aumenta con la edad.

Este desarrollo es un proceso complejo que involucra toda la persona, su pensamiento, acción, reflexión, descubrimiento y enlace de ideas, elaboración de conexiones, desarrollo y transformación de conocimiento previo, habilidades, actitudes y valores.

Piaget identificó cuatro etapas del desarrollo cognitivo:

- **Etapa sensorio motora (0-2 años):** Los niños muestran una vivaz e intensa curiosidad por el mundo que les rodea, su conducta está dominada por las respuestas a los estímulos.
- **Etapa pre operacional (2-7 años):** El pensamiento del niño es mágico y egocéntrico, creen que la magia puede producir acontecimientos y los cuentos

de hadas les resultan atractivos. Además se cree el centro de todos los sucesos, que todas las cosas giran en torno a él, resultándole muy difícil ver las cosas desde otro punto de vista.

- **Etapa de las operaciones concretas (7-11 años):** El pensamiento del niño es literal y concreto, puede comprender que  $8+11=19$ , pero la formulación abstracta, como la de una ecuación algebraica, sobrepasa su captación.
- **Etapa de las operaciones formales en el nivel adulto, es capaz de realizar altas abstracciones y efectuar (11-15 años):** aquí el niño ingresa inferencias, es la etapa correspondiente a las facultades superiores de los seres humanos.

Según Piaget, el organismo construye el conocimiento a partir de la interacción con el medio. El organismo que intenta conocer la realidad no la copia, sino que selecciona información, la interpreta, la organiza con base en su esquematismo cognitivo. La construcción del conocimiento no se realiza a partir del mecanismo de la asociación, sino de los mecanismos de asimilación y acomodación. La información se integra en los esquemas de conocimiento que ya ha construido el sujeto y, a la vez, estos esquemas se “movilizan”, se modifican, experimentan un proceso de acomodación o reajuste. (La información se asimila, no se acomoda. Son los esquemas los que experimentan acomodación, que quiere decir reajustes).

#### 4.5.3. Lev Semiónovich Vygotsky

Otra contribución a las teorías constructivistas de aprendizaje la hace Vygotsky en sus estudios. Para Vygotsky [Vygotski and Furió, 2000](#), los estudiantes desarrollan niveles de pensamiento superior mediante guía e intervenciones de instrucción en momentos críticos del proceso de aprendizaje. Niveles de pensamiento superior, conllevan a un procesamiento profundo que conduce a la comprensión. El procesamiento profundo exige compromiso y motivación, alentados por preguntas auténticas sobre una materia/asignatura, formuladas a partir de la propia experiencia y curiosidad del estudiante. El procesamiento profundo también exige desarrollar habilidades intelectuales que van más allá de la búsqueda y la recolección de hechos. De acuerdo con la Taxonomía de Bloom, las habilidades de comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación ayudan a estimular la indagación que conduce a conocimiento y comprensión profunda y no, a procesar superficialmente, para responder preguntas simples o superficiales, con respuestas prescritas.

Los estudiantes aprenden a través de la interacción social con otros, pues viven en un mundo social en el cual aprenden constantemente mediante la interacción con quienes los rodean. Padres, compañeros, hermanos, maestros, conocidos y extraños, son todos

parte del ambiente social que conforma un entorno de aprendizaje, en el cual los estudiantes están continuamente construyendo su comprensión del mundo y del significado de ellos mismos. Vygotsky, responsable de la teoría de desarrollo social del aprendizaje, aseveró que la interacción social afecta profundamente el desarrollo cognitivo. Vygotsky creía que el largo proceso de desarrollo de esta vida dependía de la interacción social y que el aprendizaje social conduce al desarrollo cognitivo. A este fenómeno se le denomina Zona de Desarrollo Próximo que Vygotsky describió como “la distancia entre el nivel actual de desarrollo determinado por la solución independiente de problemas y el nivel del desarrollo potencial determinado por la solución de problemas con la guía de un adulto o en colaboración con compañeros más aventajados”. En otras palabras, un estudiante puede llevar a cabo una tarea que no pudo realizar solo, con la guía de un adulto o la colaboración de un compañero. La Zona de Desarrollo Próximo tiende un puente entre lo conocido y lo que se puede llegar a conocer. Vygotsky aseveró que el aprendizaje ocurría en esta zona.

#### 4.5.4. Jerome Bruner

Al igual que Dewey, Jerome Bruner confirma en sus grandes investigaciones y escritos [\[Bruner et al., 2009\]](#) que la gente se involucra activamente en darle sentido al mundo, en lugar de ser receptores pasivos de información. Bruner cree que no basta con recoger información; por el contrario, el aprendizaje involucra “ir más allá de la información dada” para crear “productos de la mente”. Para Bruner el propósito de la educación no es impartir conocimiento, sino más bien facilitar el pensamiento y potenciar las habilidades del niño para que luego puedan ser utilizadas en la resolución de situaciones y problemas. En concreto, la educación también debe desarrollar el pensamiento simbólico en sus estudiantes. La premisa principal de Bruner era que los estudiantes son aprendices activos que construyen su propio conocimiento.

Las teorías expuestas anteriormente se conjugan en el aprendizaje constructivista que hace énfasis en una búsqueda activa de conocimientos tanto de significados como de comprensión por parte de los estudiantes. En este sentido los estudiantes:

- Construyen conocimiento y comprensión profundos en lugar de recibirlos en forma pasiva.
- Están directamente involucrados y comprometidos con el descubrimiento de nuevo conocimiento.
- Encuentran perspectivas, alternativas e ideas en conflicto, de tal forma que pueden transformar conocimientos y experiencias previas en comprensión profunda.

- Transfieren nuevos conocimientos y habilidades a circunstancias nuevas.
- Asumen la propiedad y responsabilidad por su aprendizaje continuo y la competencia en contenido curricular y habilidades.
- Contribuyen al bienestar de la sociedad, al crecimiento de la democracia, y al desarrollo de una sociedad del conocimiento.

Con la presentación de las anteriores teorías del constructivismo, se deduce que el Aprendizaje Activo, debe ser la metodología o quizás el camino que debe adoptar la mayoría de los docentes en su labor educativa, esto con el fin de permitirles a los estudiantes compenetrarse en su propio mundo y en sus propios conocimientos, por medio de estrategias didácticas para que descubran el verdadero sentido de las cosas, obligándolos a repensarlas y replantearlas que es la esencia del verdadero conocimiento. Según Benegas (2004), “cada alumno debe construir el conocimiento a partir de sus experiencias previas y las propuestas en la instrucción”. Carretero (1993), afirma que “el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino la propia construcción del ser humano, lo que va logrando con lo que ya posee y construye relacionándolo con lo que le rodea”. Con lo anterior se puede concluir que la construcción de un nuevo conocimiento, se puede realizar en dos momentos (Tovar, 2001): El primer momento consta de los conocimientos previos o representación que tenga el estudiante de la nueva información, y el segundo momento se ubica en el desarrollo de las actividades externas o internas que el estudiante realice al respecto. Para ello, es necesario e importante la actividad mental constructiva del estudiante, Coll (1990) le llama “la idea – fuerza más potente y también la más ampliamente compartida”. Lo ideal sería que el estudiante tuviera la capacidad de desarrollar aprendizajes por sí mismo en una amplia gama de situaciones y circunstancias. Es decir, el aprender a aprender (Coll, 1988). En la actualidad es recomendable el trabajo colaborativo y cooperativo, ya que esto permite la retroalimentación de la información entre pares académicos, logrando el desarrollo de algunas habilidades comunicativas y de integración. (Márquez, 2008).

Por otra parte, en el Aprendizaje Activo se promueve un doble proceso, tanto la socialización como la individualización, que permitan al educando una identidad personal en el marco de un contexto social y cultural determinado.

#### **4.6. Referentes sobre la Teoría de complejidad y el Problema de Investigación**

El presente trabajo de investigación, pretende incorporar la complejidad como estrategia didáctica para dar a conocer las leyes de movimiento de Newton a estudiantes del

grado décimo a través del Aprendizaje Activo aplicada en la microcuenca de la quebrada “La Cuervo”. Entendiendo la complejidad como una disciplina que lo integra todo y que considera a la Física como el fundamento de las otras ciencias básicas, ya que todos los objetos naturales que nos rodean, incluidos nosotros mismos, están hechos de las mismas partículas elementales cuyas interacciones conoce e investiga la Física. En gran medida, el extraordinario éxito de la aproximación reduccionista de la física actual se fundamenta en el concepto de sistema aislado. Sin embargo no existe ningún sistema físico o biológico que sea aislado. Los sistemas biológicos son abiertos y en el mundo real el entorno importa tanto como las leyes. La aproximación física tiende a ignorar los elementos cruciales de la emergencia en la complejidad biológica, de tal modo que se produce una estructura jerárquica, en donde existen unas leyes fenomenológicas en cada uno de los niveles de la jerarquía.

Lo anterior sustenta la importancia de la complejidad como estrategia para conocer y aprender las Leyes de Movimiento de Newton, desde un sistema natural abierto como es el caso de la Microcuenca de la quebrada La Cuervo, que nos permite permear los conocimientos no de una manera aislada o fragmentada, sino de una manera compleja, dejando visualizar otras disciplinas o ciencias básicas que interactúan a la par en el fenómeno estudiado.

Es así, como la complejidad suele estar muy relacionada con problemas de naturaleza intrínsecamente interdisciplinarios, de donde surge el concepto de Ciencia Aplicada Teórica. De tal modo, que la complejidad induce una nueva relación entre la ciencia teórica y la aplicada. En el pasado, en la medida en que la tecnología actuaba sobre objetos físicos, la ciencia aplicada era fundamentalmente ciencia experimental aplicada a situaciones de la vida real.

Actualmente, es necesario la inclusión de la complejidad en los diferentes procesos educativos, pues las diferentes áreas del conocimiento se imparten de una manera fragmentada, que no permite el diálogo verdadero entre las otras disciplinas, necesarias para el avance del conocimiento en los sistemas complejos en particular y de las ciencias en general.

#### **4.6.1. Desde los aportes de Humberto Maturana**

Para el biólogo Humberto Maturana la acción de educar es la manera de enriquecer la capacidad de acción partiendo de la reflexión de los sujetos observadores, es decir, del sujeto aprendiz; siempre partiendo de la comunión con otros seres [Moraes, 2001], desde la comunidad y para la comunidad. Así entonces, la acción y resultado del aprendizaje y de la educación en sí es la transformación en la convivencia que no es unilateral sino conjunta con los otros individuos que hacen parte de la comunidad educativa y también el contexto vivencial, como lo son los docentes, demás compañeros y familiares; todo

esto gracias al lenguaje que posibilita la humanización del ser humano.

Lo anterior, se complementa con la afirmación de que el lenguaje y la racionalidad que nos caracteriza como humanos se debe a las emociones. Entonces, “el ser vivo es una unidad dinámica del Ser y del Hacer” [Maturana and Rezepka, 2002] y [Maturana, 1987] y estas dos dimensiones se van moldeando mutuamente junto con el emocionar que influye en las conductas y comportamientos, por lo que el amor ejemplifica la mejor emoción en la acción de educar, puesto que amplifica la disposición de los sujetos inmersos y posibilita un operar más inteligente, estableciendo unas condiciones de convivencia apropiadas.

La autopoiesis se establece como una mirada donde el aprender implica una transformación coherente con el sentir, con las emociones. Esta posición aporta a la teoría de la complejidad puesto que el aprender resulta de una historia de interacciones recurrentes entre sistemas. Por lo anterior, se establece que la acción de educar es una tarea que debe invitar más a la reflexión por parte del aprendiz, para que éste desarrolle autonomía y creatividad basada en el pensamiento crítico. Se debe dejar de enseñar valores, sino vivirlos, cultivarlos por medio de las acciones, del ejemplo, de la biología del amor.

#### 4.6.2. Desde la Teoría del Caos

Por otra parte, la teoría del caos nos plantea que se acepte el desorden, la innovación y el movimiento como aspectos inherentes a cualquier situación caótica o fenómeno [Cañellas and Teoría, 2005], y en consecuencia se presenta como un fundamento para la educación. Esta teoría pretende estudiar el lado irregular de la naturaleza y esto entra a ser parte de un sistema donde la educación integra al aprendiz, pero adicionalmente le proporciona herramientas e información que lo reestructura, lo ordena y lo desordena; y se tiene en cuenta que la realidad y las características iniciales para cada individuo son diferentes por lo que debe ser aceptable las diferencias de respuestas, y la percepción abierta de lectura para situaciones aun similares.

La teoría del caos posibilita la construcción del conocimiento educativo, y ofrece una coherencia entre teoría y práctica educativa [March, 1984], es decir, que el conocimiento se construye partiendo de la práctica y la experiencia de la práctica se constituye partiendo de los conocimientos teóricos. Esta teoría está comprobada matemáticamente y demuestra una unificación entre la naturaleza [Gell-Man et al., 1995] y lo social y confluye entre el pensar y el actuar de los individuos [Cañellas and Teoría, 2005], en los estudiantes y en consecuencia en los futuros ciudadanos. La aplicación de la complejidad en las prácticas educativas implica que se desarrollen estrategias coherentes donde se asume que los estudiantes aprendan a partir de actividades de diferentes características sin seguir exclusivamente un patrón u orden establecido. En este sentido, el proceso

de aprendizaje desde la complejidad, es un proceso paralelo al de salir del laberinto, de manera que cada individuo, cada estudiante es el que establece las reglas o las estrategias para lograr el cometido.

#### **4.6.3. Desde la teoría general de los sistemas de Von Bertalanffy**

La manera de relacionarse la complejidad educativa, la biología del amor y demás aportes con la teoría general de los sistemas, es a través, precisamente, de lo que representa un sistema. Un sistema debe responder a ciertas características imprescindibles; una de estas es una interacción y para que haya una interacción deben coexistir mínimo dos elementos que lo conformen, así entonces un sistema se puede definir como un conjunto de individuos con una historia en común, unas costumbres o acciones con un fin en común.

Desde la concepción de sistema se subyace los niveles de complejidad que se establecen al comprender que un sistema a su vez establece una interacción con un sistema u otros sistemas que influyen en redes cada vez con mayor cantidad de elementos, consecuencias y condiciones [\[Bertalanffy, 1976\]](#). Por lo anterior, la teoría general de los sistemas conlleva a establecerse los siguientes nueve principios: Totalidad, Entropía, Sinergia, Finalidad, Equifinalidad, Equipotencialidad, Retroalimentación, Homeóstasis, y Morfogénesis.

La teoría general de los sistemas pone de manifiesto algunas metas, una de éstas es la tendencia general hacia la integración de varias ciencias, tanto naturales como sociales, esta meta está ampliamente ligada a los principios de la complejidad puesto que por medio de la transversalidad o interdisciplinariedad se busca comprender los fenómenos desde diversas perspectivas, aún más, se busca que se integre los diferentes elementos para una comprensión más íntegra.

En cuanto a las implicaciones de plantear en la sociedad una mirada basada en redes de sistemas se puede observar que ha fomentado y posibilitado el desarrollo de diversos estudios a partir de diferentes áreas y disciplinas, principalmente, en el campo científico; sin embargo, no es el único campo puesto que cada vez con mayor frecuencia se afirma que la interdisciplinaridad y una postura holística aporta positivamente en los procesos de enseñanza aprendizaje también en la educación básica y media.

#### **4.6.4. Desde los Aportes de Carlos Eduardo Maldonado**

La complejidad se estructura por diferentes disciplinas y ciencias que a su vez establece una amplia red de teorías, contenidos, modelos para la explicación de fenómenos, conceptos y, por su puesto, una amplia variabilidad de alternativas y estrategias para

la enseñanza y para el análisis de lo que como humanidad consideramos real.

Para trabajar bajo la complejidad se debe establecer una relación entre sistemas dinámicos, relación entre el universo macroscópico y microscópico y por supuesto los problemas referentes; para lo que se han tenido en cuenta, a lo largo de la historia, principalmente las matemáticas, la física, la química, la biología y los sistemas computacionales. Y cuando se habla de una educación en el modo de la complejidad se promueve la libertad, la autonomía y la independencia [Maldonado, 2017]; partiendo indiscutiblemente en romper la metodología de formar sujetos obedientes y eficientes por una de indisciplina, para que en vez de formar individuos competitivos, se formen individuos solidarios, esto último siendo indispensable para el pensamiento de la complejidad puesto que se busca la interdisciplinariedad.

La razón de buscar una indisciplina radica en que la disciplinización del conocimiento conduce a estudiar, analizar y querer aprender conceptos fragmentados en casillas, como si no se pudieran fusionar, y esa fragmentación genera una limitación en la capacidad de comprender y en consecuencia, de actuar en la sociedad [Maldonado, 2017].

Una parte de indisciplinar la educación, es transformar los currículos lineales por no lineales, buscando que antes que memorizar, los estudiantes puedan aprender y desarrollar heurística y metaheurísticas que les permitan pensar críticamente.

#### 4.6.5. Desde los fundamentos de Edgar Morín y Max-Neef

La complejidad ha revolucionado la forma de ver el universo no sólo en conceptos e ideas mentales desde las ciencias naturales sino también de las sociales; estas visiones complejas parten de las sistémicas lo que conlleva a requerir de una cooperación no sólo de disciplinas y ciencias sino también de estrategias, metodologías y técnicas en la investigación, el análisis y en términos generales en la comprensión de los fenómenos.

Entonces, la visión compleja del universo requiere de un pensamiento basado en la complejidad, puesto que el pensamiento conlleva a una coherencia con las acciones, con la conducta. Edgar Morin ha protagonizado la gigantesca misión de presentar propuestas para que se establezca la visión compleja [Manfred Max-Neef, ], que se desarrolle un pensamiento recursivo que sea capaz de identificar, analizar, proponer y retroalimentar el conocimiento desde el orden y desorden, desde la indisciplina.

La creciente complejidad de nuestra sociedad requiere de aproximaciones más amplias que las meramente disciplinarias; para [Morin, 1988] la complejidad presenta tres cau-

salidades: la lineal, la circular retroactiva y la recursiva; esto explica por qué la sociedad es un sistema que se constituye con las interacciones entre sus individuos mismos. La educación debe ser la herramienta para conocer más. Sin embargo, siempre se percibe cierta incertidumbre de la veracidad total de lo que consideramos verdad, por lo que para obtener la mayor certeza se debe comprender que el conocimiento del conocimiento conlleva a la integración de diferentes condiciones, como son las socio-culturales, bioantropológicas, y las psicológicas; todo desde la reflexión del observador en el contexto mental y cultural [Morin, 1999].

En cuanto al contexto mencionado, permite a la humanidad partir el análisis de un fenómeno desde una perspectiva donde se involucra como parte del sistema, del todo y donde el todo es parte de sí mismo. En la enseñanza, el aprendizaje y en general en la educación es de suma importancia tener en cuenta el contexto e involucrarlo en los contenidos y estrategias de aprendizaje, puesto que como nos ha demostrado la experiencia en los diversos sistemas de educación de diferentes países, el conocimiento de las informaciones y/o elementos aislados es insuficiente, y que la visión compleja si invita a una vista global no es una totalidad, sino que es el conjunto que contiene diversas partes ligadas por una interconexión organizacional, [Morin, 1999], donde se percibe a la vez un orden y un desorden tanto a nivel macroscópico como microscópico siendo la parte como la totalidad un universo.

## 5. Objetivos de la investigación

### 5.1. Objetivo General

Contribuir a la comprensión de las leyes del movimiento de Newton en el enfoque de la teoría de la complejidad en el aprendizaje activo en el contexto de una microcuenca con los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa La Unión del Municipio de Suaza- Huila.

### 5.2. Objetivos Específicos

- Sistematizar los saberes previos de los estudiantes sobre las leyes del movimiento de Newton y su relación con fenómenos naturales vivenciado en la cotidianidad.
- Diseñar y aplicar una guía didáctica basada en la teoría de la complejidad como estrategia para el aprendizaje activo de las tres leyes de Newton.
- Evaluar la aplicación de la guía didáctica diseñada para la enseñanza de las tres leyes de Newton y su relación con la complejidad de los fenómenos naturales ob-

servados en el contexto de la microcuencia.

## 6. Metodología

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, planteamos una serie de estrategias y actividades acerca de las tres leyes del Movimiento de Newton, permitiendo a los estudiantes interactuar con el mundo natural, de tal manera que se fortalezca la comprensión de conceptos de física desde una perspectiva sistémica y compleja; para ello se creará y aplicará una secuencia didáctica basada en el aprendizaje activo, vinculando actividades como salidas de campo, actividades lúdicas y el desarrollo de guías orientadoras y problemáticas.

### 6.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque mixto, el cual es un método que permite la recolección, integración, y análisis entre datos cualitativos y cuantitativos, razón por la cual se basa en la triangulación de métodos. Para Cohen y Manion [Cohen et al., 1990] este enfoque es óptimo, pues cuando se usan dos o más métodos en la recolecta de datos de estudio, se logra reconocer y entender aspectos propios del comportamiento humano. En consecuencia, valoramos sus concepciones, actitudes y el desarrollo de las mismas hacia la comprensión de las leyes del movimiento y su aplicación en la cotidianidad.

El aporte cualitativo para esta investigación parte del análisis de los aspectos que se generan de manera descriptiva, a partir de las experiencias que vivencian los estudiantes continuamente con su alrededor, tal como indica Blasco y Pérez (2007). Es aquí, donde se mide la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas. En consecuencia, se busca establecer un lazo entre los fenómenos naturales que se vivencian y las leyes de Newton, debido a que éstas se complementan una de la otra, es decir, los diversos comportamientos humanos tienen efecto ante los fenómenos naturales que se presentan continuamente en el medio ambiente y que se pueden representar gráfica y numéricamente en el aula.

Son varios los enfoques investigativos en los que se basan los investigadores a la hora de realizar su estudio como lo son el cuantitativo, cualitativo y mixto. El presente trabajo se desarrollará de manera mixta, en donde la parte cualitativa fue de tipo IAP, Investigación Acción Participativa. A través de la interacción constante con los estudiantes, se podrán determinar fortalezas y debilidades de cada uno de ellos, con el fin de que cada uno cumpla un rol y pueda aportarle a la investigación desde su punto de vista y/o capacidades.

De acuerdo a lo anterior, a partir de la acción participativa con la población estudiada, dicha acción conduce hacia un cambio social, más conocida como praxis, en donde ésta es el proceso de síntesis entre la teoría y la práctica dando lugar a la reflexión para el mejoramiento de la problemática identificada, a través de la autogestión y control operativo por parte de los estudiantes. Por lo tanto este enfoque permitirá que los estudiantes se reconozcan como parte del problema al ir desarrollando todas las actividades que se le formulan en las guías de aprendizaje, con el objetivo de que confronten las ideas previas con las nuevas y así generar posibles soluciones, es decir, los estudiantes se apropiarán de su realidad para así transformarla con la ayuda de los docentes investigadores.

Por su parte, para [Flick, 2004](#), los rasgos esenciales de la investigación cualitativa son la obtención de la información de manera correcta, teorías apropiadas, el análisis de los diferentes pensamientos y posturas con una reflexión profunda de los investigadores.

En consecuencia, buscamos comprender, explicar y correlacionar las concepciones de los estudiantes sobre la física y sus experiencias con el entorno, con el fin de generar y fortalecer actitudes críticas y reflexivas, a partir de este modelo investigativo.

Por otra parte, los fundamentos teóricos, nos ofrecen pautas para conocer el contexto social de la zona y los diversos impactos que se han generado a través del tiempo, analizando así las necesidades que se dan a nivel regional en los ámbitos sociales, culturales, políticos y económicos, además de la influencia que puede tener en el país y para el mundo; de lo anterior es importante establecer unos objetivos claros que estén acordes con toda el desarrollo de la investigación y también con la pregunta de investigación que se plantee.

Los resultados estarán mediados por el análisis que le dieron los estudiantes de manera oral y textual, en donde la primera se le admite expresar sus ideas por medio del intercambio comunicativo dejando ver sus sentimientos y opiniones, mientras en la segunda le posibilita ordenar sus ideas cuando escribe, de tal forma que se entienda lo que quiere transmitir. Sin embargo, es de relevancia tomar estos dos lenguajes en el análisis porque “el dominio de los procesos de la lengua hablada facilita la adquisición y el desarrollo de las habilidades que intervienen en el acceso del código escrito” (Gutiérrez, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, a la hora de recolectar los resultados debe de haber una sistematización ordenada de datos que se consignan en una libreta o diario de campo, lo cual representa todas las descripciones y observaciones detalladas que hacen los participantes acerca del medio ambiente, por lo cual, en la toma de datos, empleamos la guía de aprendizaje como herramienta y la analizamos bajo un método de minería de datos como lo es los árboles de decisión con la ayuda de el software Weka.

Para dar continuidad con el desarrollo metodológico es indispensable precisar el método de la investigación, ya que este permite clarificar y consolidar de manera elocuente el objeto de estudio, el problema de investigación y los aspectos metodológicos, de acuerdo con Rodríguez et al (1999) El método se considera como la forma característica de investigar una determinada intención junto con el enfoque que la orienta, es decir, que el método de la investigación da lugar al procesamiento de la información obtenida, de acuerdo al enfoque mixto de este estudio, se aplicarán instrumentos de recolección de datos como encuestas, guías de aprendizaje que se aplicaran en salidas de campo, soportados con observación de los participantes y posteriormente se aplicará un método para el análisis de contenidos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis del contenido según Bardín (1977) expone que es una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación, en donde permite observar de una manera más detallada el contenido a partir de dicha comunicación ya sea en forma oral, escrita y visual. En consecuencia, concibe evaluar y analizar, razón por la cual esta técnica investigativa es de gran utilidad puesto que ayuda a optimizar el análisis de los procesos comunicativos en los diferentes contextos (Sampieri, 2006). Sin embargo, de acuerdo con Pérez, citado en Cáceres (2003) la ampliación del enfoque con que se comprende el análisis de contenido, favorece la obtención de resultados integrales, profundos e interpretativos más allá de los aspectos léxico-gramaticales. Por lo tanto se infiere que el análisis de contenido es una técnica de investigación el cual se caracteriza por brindar sentido a la información por medio de la interpretación.

Los cuatro aspectos que caracterizan el análisis de contenido son: la objetividad, sistematicidad, capacidad de generalización y el nivel de manifiesto.

La objetividad hace referencia a los criterios y reglas que se debe tener en cuenta al llevar a cabo el análisis de contenido sean definidos con claridad para así optimizar el análisis. En cuanto a la sistematicidad es la cualidad del análisis de contenido, en donde dicho contenido es determinado de acuerdo a unas reglas y criterios previamente establecidos, en consecuencia impide que el investigador desarrolle una selección arbitraria de los fragmentos del contenido que correspondan a cada categoría (Espín, 2002).

La capacidad de generalización es una técnica que se caracteriza por no limitar al recuento de frecuencias y tabulación de datos cualitativos. En consecuencia, da lugar al análisis, respuesta a la hipótesis y conclusiones. Por último se encuentra el nivel de manifiesto, en donde este hace referencia a las respuestas obtenidas a través de la comunicación, es decir, lo que la población estudiada manifiesta, el cual son resumidas por el investigador a través de códigos, en donde el análisis comprende a la clasificación

y recuento de dichas respuestas sin modificaciones, por otro lado cuando el investigador codifica el significado de las respuestas se le conoce como nivel latente, es decir, trata de ir más allá de lo hablado con el propósito de generar un análisis más profundo (Espín, 2002). El método de análisis de contenido a partir de un enfoque mixto abarca la interpretación de los significados, actitudes y funciones de las acciones humanas, de tal manera manifestándolo por medio de las descripciones y explicaciones verbales, a través de la observación, generando así un análisis estadístico en un segundo plano, (Rodríguez et al 1999), es decir, complementario. En consecuencia este tipo método da lugar a un paradigma crítico social, debido a que se analiza partiendo del cambio social, es decir, actitudes de origen antropogénico obtenido a través de los aspectos metodólogos empleados a la población estudiada, en donde este paradigma brinda una mezcla entre un pensamiento realista y un punto de vista subjetivo de la investigación.

En este orden de ideas, para dar lugar al análisis de contenido se tendrán en cuenta como instrumento investigativo las diferentes técnicas para la recopilación de la información, el cual comprenden entre encuesta, entrevista, cuestionarios y observación de los participantes para la comprensión de los diversos fenómenos naturales y en especial a las leyes de movimiento de Newton aplicadas en la Microcuenca La Cuervo con los estudiantes del grado 10° de la Institución Educativa La Unión del Municipio de Suaza-Huila, que a través del aprendizaje activo y el desarrollo de guías de aprendizaje orienten al estudiante a la construcción y comprensión de la física y de algunos fenómenos naturales que lo rodean.

## **6.2. Método: Instrumentos de análisis**

### **6.3. Técnicas de Recolección de Datos**

#### **6.3.1. Encuesta**

Con la ayuda de encuestas se buscarán datos de manera más organizada, donde la comunidad estudiantil tendrá la posibilidad de dar respuesta a una serie de preguntas que están muy familiarizadas con lo que vivencian diariamente; para ello se usarán encuestas de tipo descriptivo a partir de preguntas abiertas, el cual permitirá a los estudiantes tener mayor libertad de expresión, con respuestas mucho más profundas, permitiéndonos documentar e interpretar las actitudes y condiciones que presentan. Para García et al (2000) las encuestas resultan “una técnica que utiliza una serie de procedimientos estandarizados de dicha investigación”.

#### **6.3.2. Guías de Aprendizaje**

La implementación de las guías de aprendizajes se harán precisas y concretas. Aquí el estudiante analizará los conocimientos previos (antes del estudio) y los nuevos que se

fundamentarán en el transcurso de la intervención didáctica. Además se les cuestionará en mayor parte de manera abierta para darles la posibilidad de que expresen sus pensamientos y no limitarlo, es decir, que tenga la capacidad de responder con carácter crítico y reflexivo acerca de la explicación de los diferentes fenómenos naturales que identifica patentemente; el cual a partir de las características que conforman al diseño de las guías de aprendizaje, estas se categorizan como cuestionarios simples. Según Álvarez y Jurgenson (2003), “en la investigación cualitativa el cuestionario debe plantear preguntas abiertas que lleven al sujeto a un proceso de reflexión propia y personal”.

El cuestionario, estará direccionado a indagar sobre los saberes previos de los estudiantes en relación con la aplicación de las leyes de movimiento de Newton en la microcuena de la región. Las preguntas serán abiertas, en las cuales el estudiante explicará, dibujará, relacionará, describirá y propondrá de acuerdo a su concepción, las soluciones que harían frente a una situación planteada y recopilará los resultados para luego ser procesados y/o analizados. También se harán preguntas o se cuestionarán a los estudiantes en dos momentos: el antes y el después de la investigación para mirar la efectividad de los procesos.

Por lo tanto, resulta muy interesante apropiarse de este enfoque, porque encaja en los estudios de investigación en educación y más si se trata de la complejidad como estrategia didáctica para el aprendizaje activo de las leyes del movimiento de Newton en la microcuena, donde se tendrán en cuenta la mayor parte datos cualitativos a través de estudios de caso, técnicas de observación participante y entrevista informal o semi-estructurada (Rodríguez et al 1999).

### **6.3.3. Observación Participante**

La observación participante, será otra técnica usada en esta investigación, la cual consiste en que el observador (estudiante) tiene comunicación directa con el investigador de acuerdo a lo que observó en el área de estudio, dando a conocer sus inquietudes y destrezas frente al tema, en donde se generarán espacios para la curiosidad y la creatividad cuando aprendan nuevos conceptos que estarán vinculados con su contexto natural o físico. En este sentido resultara más efectivo la realización de salidas de campo porque allí el individuo percibirá a la naturaleza desde otra perspectiva, es decir, siente el palpitar latente de la tierra. Entonces, la observación participante se refiere a una práctica, donde el investigador está interesado por conocer los comportamientos de la microcuena en el invierno como en el verano y la aplicación de las leyes del movimiento desde su propio contexto, nutriendo aún más sus saberes al promover el trabajo colaborativo y cooperativo al tener en cuenta la participación constante entre todos los implicados. (Goetz y Le Compte, 1988).

## **6.4. Fases de la Investigación**

La investigación se desarrollará en 7 fases:

### **6.4.1. Fase de Diseño de Marco Teórico e Instrumentos**

De acuerdo con las estrategias metodológicas, se eligieron la encuesta, entrevista, cuestionarios y observación participante como instrumentos para la recolección de la información; en donde se desarrollarán las siguientes actividades: elaboración y aplicación de instrumentos, interpretación y análisis de la información teórico-práctica, sistematización de la información obtenida para el diseño de las guías de aprendizaje con la metodología activa.

### **6.4.2. Fase de Análisis de la Información**

De acuerdo con las estrategias metodológicas, se eligieron la encuesta, entrevista, cuestionarios y observación participante como instrumentos para la recolección de información; para que esta información pase a ser analizada se desarrollaran las siguientes actividades: interpretación y análisis de la información teórico-práctica, sistematización e interpretación de la información obtenida para pasar a diseño de actividades lúdico-didácticas coherentes con la metodología adoptada.

### **6.4.3. Fase de Aplicación de Encuestas y Cuestionarios**

Al entrar en contacto con los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa la Unión, Suaza- Huila, se efectuó la observación pertinente y así se procedió a aplicar como diagnóstico una encuesta para caracterización demográfica de los estudiantes.

### **6.4.4. Fase de Selección de Actividades y Recursos para la Aplicación de la Intervención Didáctica**

En esta fase, se sientan las bases de la metodología o aprendizaje activa(o) en donde el estudiante aprende haciendo. Para ello fué necesario consultar sobre las fases que integran la construcción de una guía didáctica.

### **6.4.5. Fase de desarrollo de las actividades investigativas propuestas en las guías de aprendizaje a partir de las salidas de campo con los estudiantes**

Como las guías siguen procesos lógicos del aprendizaje, parten de los saberes que tiene el alumno o adolescente (esquema existente). Compara con otros saberes (otros niños, las guías, entorno social), acepta el nuevo contenido o problematiza o cuestiona otros

saberes.(Asimilacion, conflicto-Desequilibrio). Busca solución en grupo. Acude a otras fuentes (Biblioteca, rincones, comunidad) valida, confronta o complementa los nuevos conocimientos con el docente. Ejercita (lecturas y actividades lúdicas) aplicadas a situaciones reales(necesidades, intereses, características).

#### **6.4.6. Fase de Sistematización de Información como Resultado del proceso**

A medida que se desarrollen las actividades de la unidad didáctica, se desarrollara un análisis de las actitudes, propuestas y cambios en los estudiantes por medio de preguntas, con el objetivo de examinar si hay cambios positivos y en consecuencia evaluar la efectividad de los grupos de trabajo como unidad didáctica para el fomento a la educación para el desarrollo cognitivo.

#### **6.4.7. Fase de Conclusiones**

Con toda la información obtenida se comparara los estados inicial y final de los estudiantes frente a las temáticas abordadas, en cuanto al desarrollo del conocimiento de la física involucrando el comportamiento de las micro cuencas , considerándolo como resultado de la enseñanza aprendizaje activa a partir del trabajo teórico y práctico en el grado décimo de la Institución Educativa La Unión Suaza-Huila , concluyéndose la favorable aplicabilidad de esta estrategia didáctica.

## **7. Análisis y Discusión de Resultados**

El enfoque de esta investigación fue de carácter mixto, el cual permitió la recolección, integración y el análisis de datos cualitativos y cuantitativos que se generaron a partir de experiencias que vivenciaron los estudiantes del grado décimo cuando visitaron la microcuenca La Cuervo para la comprensión de los fenómenos naturales que allí subyacen y la aplicación de las Leyes de Newton a partir de ellos. El aporte cualitativo de esta investigación parte del análisis de los aspectos observados de una manera descriptiva en forma oral y escrita que están registrados en una guía de aprendizaje que se desarrolló en cuatro fases: exploración, diagnóstica, experimental y aplicación. Otro instrumento utilizado para la recopilación de la información fue la encuesta en donde los estudiantes tuvieron la posibilidad de dar respuestas a una serie de preguntas relacionadas con el gusto, la metodología, las estrategias, entre otros aspectos utilizados en la clase de física, el antes y el después de esta investigación.

### **7.1. Análisis de Resultados**

La interdisciplinariedad de las Leyes de Newton a través de la Microcuenca La Cuervo es una investigación que se desarrolló con estudiantes del grado décimo, de la Institución

Educativa La Unión del Municipio de Suaza-Huila, en el año lectivo 2018. Establecimiento educativo de carácter oficial que imparte enseñanza formal, en los niveles de educación preescolar, básica y media, en jornada única. Fueron 30 los estudiantes seleccionados para esta investigación, 18 mujeres y 12 hombres, de edades que oscilan entre los 15 a los 17 años, que presentaban alto índices de desinterés, desmotivación, incumplimiento de deberes y bajo rendimiento académico en la asignatura de física. En busca de una solución a la problemática detectada se propuso implementar una estrategia didáctica consistente en la contextualización las leyes de Newton a través de la microcuenca de la región, utilizando como metodología el aprendizaje activo y significativo para permitirle al estudiante la posibilidad de aprender haciendo, y aprender a aprender principales fundamentos de la teoría constructivista.

### 7.1.1. Encuestas

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a diseñar una encuesta [5] de cinco (5) ítems, de los cuales cuatro son las variables de entrada (antes) y una es la variable de salida (después) que permitieran valorar el interés de los estudiantes por la física y en especial por las leyes de Newton el antes y el después de la aplicación de la estrategia didáctica. Con la información recogida en las encuestas se pretende comparar las percepciones de los estudiantes frente a la nueva estrategia adoptada. Se trata de analizar si existen diferencias en las valoraciones de las encuestas y mirar su efectividad. Su finalidad es validar su rendimiento académico y comprobar si con la nueva metodología del Aprendizaje Activo el nivel de comprensión de los estudiantes hacia la Física ha mejorado. Para el tratamiento de la información se utilizó el programa WEKA [wek,] – ARBOL DE DECISIÓN [18], los cuales permitieron el trato de la información y la obtención de los resultados deseados de una manera sencilla y fácil de comprender.

A continuación se realiza un análisis general con las cuatro variables de entrada (antes de la adopción de la estrategia didáctica), En cuanto al sexo, un 60 % de la muestra son mujeres. Cuando se les preguntó si les gustaba la física, antes de la aplicación de la estrategia didáctica el 73 % de los estudiantes respondieron que No; sólo el 27 % de los entrevistados respondieron que Sí. Aún para confirmar esta aseveración se le pregunta a los estudiantes si les agrada la clase de física dentro del aula de clase el 13 % dijo que Sí y el 87 % dijeron que NO. Cuando se evaluaron las leyes de Newton antes de la aplicación de la estrategia los resultados fueron catastróficos, ya que el 76 % tuvo un nivel de desempeño BAJO, el 20 % BÁSICO y un 3 % ALTO.

Al analizar la única variable de salida o sea después de la aplicación de la estrategia didáctica, se obtuvieron los siguientes resultados el 20 % con un nivel de desempeño BAJO, 63 % BÁSICO, 10 % ALTO y 7 % SUPERIOR, lo que significa que la estrategia aplicada fue efectiva, pues hizo que los estudiantes mejoraran el rendimiento académico en el área de las ciencias naturales y especial con la Física, ya que permitió la aprehen-

sión de los conceptos básicos de las Leyes de Newton, participando activamente en las diferentes actividades propuestas en la guía de aprendizaje y aplicadas en los fenómenos naturales de la microcuenca de la quebrada La Cuervo.

### 7.1.2. Guía de aprendizaje

La guía de aprendizaje fue la estrategia didáctica adoptada en la presente investigación que le permitió al estudiante contextualizar las leyes de Newton desde la microcuenca La Cuervo, por medio de un conjunto de actividades que llevaron al estudiante al logro de sus aprendizajes. La guía integra procesos y contenidos, orientados bajo la metodología del aprendizaje activo. Y ahí está su principal diferencia con las clases y los textos tradicionales, que principalmente incluyen contenidos informativos y generalmente pocas actividades de proceso. La guía fue estructurada en cuatro fases o momentos de aprendizaje para que el estudiante pudiera alcanzar una práctica pedagógica eficaz. Estas fases fueron las siguientes:

#### A. FASE DE CONOCIMIENTOS PREVIOS O FASE DE EXPLORACIÓN:

Momento inicial del aprendizaje en el cual los estudiantes ponen en evidencia, a través de distintos tipos de desempeños, sus conocimientos, habilidades y experiencias previas a un nuevo aprendizaje. Como la propuesta se desarrolló en la quebrada La Cuervo entonces se tuvieron en cuenta tres fenómenos naturales: el caudal, los deslizamientos y el acueducto regional, que dejaban visualizar y constatar las leyes de Newton, a través de la interacción dinámica de los estudiantes con cada uno de ellos:

Caudal	Deslizamientos	Acueducto
1. observa, señala y menciona, ¿en cuales partes de la quebrada encontramos aguas quietas y aguas en movimiento?	1. ¿Qué tamaño tiene el derrumbe? ¿Cuál es la característica del material arrastrado? ¿Qué fuerza haló ese material hacia abajo?	1. ¿En qué condiciones físicas se encuentra cada una de sus estructuras? ¿Cuáles requieren mantenimiento? ¿Por qué?
2. ¿Por qué el agua permanece quieta en determinados lugares de la quebrada? ¿Cuáles son las características físicas del lugar donde el agua se está quieta? ¿Cree usted que las características físicas del lugar influyen para que el agua permanezca quieta? ¿Por qué?	2. ¿Cuál es la inclinación o la altura de la montaña donde ocurrió el deslizamiento? ¿Con qué velocidad descendió ese material?	2. ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento del tanque? ¿Cuánto tiempo gasta en llenarse?

<p>3. ¿Por qué se mueve en ciertos lugares el agua? ¿Cuáles son las características físicas del lugar donde el agua está en movimiento? ¿Cree usted que las características físicas del lugar influyen para que el agua se mueva? ¿Por qué?</p>	<p>3. ¿Cuáles son las causas que originaron el desprendimiento de la montaña? ¿En qué época del año son más frecuentes los derrumbes? ¿Por qué? ¿Qué factores naturales altera la lluvia o el agua que contribuyan al deslizamiento del suelo?</p>	<p>3. ¿Por qué las varillas presentan torceduras, desprendimientos y hasta rompimientos? ¿Cuáles fenómenos naturales produjeron esta alteración? ¿Qué leyes de Newton están reflejadas en este suceso? Explique.</p>
<p>4. Visitamos un lugar donde el agua permanezca quieta, observamos la cantidad y diversidad de plantas que la rodean y respondamos ¿Qué relación tiene el bosque con el agua? ¿Será que el caudal de la quebrada ha sido siempre el mismo? ¿Por qué puede aumentar o disminuir el caudal de la quebrada? ¿Qué podemos hacer para recuperar nuestros recursos hídricos?</p>	<p>4. ¿Qué leyes de Newton se aplican en este fenómeno natural? ¿Qué ley de Newton interactúa el antes de la caída de la tierra? Argumenta tu respuesta. Elabora una representación gráfica de este fenómeno en el que incluya vectores que explique este momento.</p>	<p>4. ¿Por qué el tanque desarenador se encuentra ubicado más abajo del primer tanque? ¿Qué fuerza orienta el fluido hasta el segundo tanque? ¿Qué velocidad alcanzaría el agua en ese tramo? ¿Por qué la velocidad alcanzada altera el sistema?</p>
<p>5. ¿Cómo y por qué se mueve el agua? ¿Qué elementos naturales causan el movimiento del agua? ¿Por qué en determinados lugares de la microcuenca, el agua en movimiento se detiene? ¿Por qué el agua quieta o en reposo se mueve?</p>	<p>5. ¿Qué ocasiono el desprendimiento y deslizamiento de la tierra? ¿Qué ley se ve reflejada en este segundo momento (durante) explica tu respuesta? ¿Cuál ley de Newton se refleja en el tercer momento (después). ¿Qué consecuencias trae consigo el deslizamiento del suelo para el medio ambiente y para ser humano?</p>	<p>5. ¿Qué pasaría con la presión, velocidad y caudal transportado en relación con el diámetro de la tubería? ¿Por qué? Aplicar las leyes de Newton.</p>

Cuadro 1: Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente

Es en esta fase donde se sustentan las bases teóricas ofrecidas por el pedagogo David Paul Ausubel, en la premisa de que los conocimientos y experiencias previas (ya

adquiridos o desarrollados en unidades o grados anteriores) son la base sobre la cual se construye nuevos aprendizajes de una manera sólida y significativa. Para ello se requiere de una estrategia didáctica que oriente en forma coherente, lógica y secuencial los procesos a los estudiantes y le permitan activar (usar, demostrar) lo que ya conoce o sabe hacer. Es así como la fase exploratoria o de conocimientos previos se organizó a partir de una serie de preguntas que condujo al estudiante a desarrollar y aplicar una serie de conocimientos y habilidades relacionadas con la observación, comprensión, interpretación de contenidos, seguimiento de instrucciones, uso de estrategias para resolver problemas y la reflexión sobre lo que saben y hacen (metacognición). Las actividades desarrolladas en esta fase, exigían de la activa participación oral, bien sea de manera individual, en parejas o en grupos de los estudiantes, cuyo propósito era reforzar las competencias comunicativas, el trabajo en equipo y las conexiones cercanas con el entorno natural y social, (teoría del desarrollo social del aprendizaje defendida por Lev Semiónovich Vygotsky). En las salidas de campo a la microcuenca, se observó un gran interés y motivación por parte de los estudiantes por desarrollar cada una de las preguntas propuestas que cuestionaban cada fenómeno natural. Hubo mucha participación y disposición para trabajar en equipo, constante comunicación e intercambio de ideas, que soportaban sus postulados en forma individual y lo concretaban en forma grupal, escribían sus predicciones teniendo en cuenta los conceptos básicos de las Leyes de Newton (Maturana). El rol del docente en esta fase inicial del aprendizaje (como en las siguientes) resulta esencial e imprescindible y consiste en un trabajo continuo de guía, observación y retroalimentación.

## **B. FASE DIAGNÓSTICA:**

Fase diagnóstica es la prueba escrita de entrada que se aplicó a los estudiantes antes de empezar el proceso de enseñanza aprendizaje sobre Las Leyes de Newton, con el propósito de verificar el nivel de preparación de los estudiantes para enfrentarse a el objetivo que se esperaba alcanzar al desarrollar la guía de aprendizaje. Esta prueba escrita tuvo un análisis cualitativo, que quiere decir que los resultados arrojados sirvieron para re direccionar la práctica pedagógica, en cuanto a las carencias presentadas o detectadas por los estudiantes, fortaleciendo aún más los procesos, contenidos y estrategias por parte del profesor, es decir la función primordial de la fase diagnóstica es darle la oportunidad de retroalimentar a los estudiantes con respecto a lo que ellos necesitan aprender.

## **C. FASE EXPERIMENTAL:**

Esta es la fase del aprendizaje en sí. Es la fase en que se aclaran, amplían o se vuelven más complejos conceptos y procesos activados en las fases anteriores, mientras se abordan nuevos conocimientos o habilidades. Por su misma naturaleza, los desempeños que se plantearon en esta fase requirieron de un permanente y cercano acompañamiento por parte del profesor y de una activa interacción por parte de los estudiantes (individual, en parejas o en grupos). Las preguntas,

tanto del profesor como de los estudiantes, la participación en discusiones y consensos permitieron desarrollar habilidades de oralidad, argumentación y uso de evidencias que ofrecieron al maestro la posibilidad de conocer el progreso en la comprensión de las leyes de Newton y la adquisición del nuevo aprendizaje por parte de sus estudiantes. Las actividades desarrolladas en esta fase involucraron procesos de pensamiento y habilidades necesarias para desarrollar competencias disciplinares básicas de las ciencias experimentales, susceptibles de ser empleadas en el contexto en el que se encuentran los estudiantes, que se manifiestan en la capacidad de resolución de problemas, procurando una vinculación entre el aula y la vida cotidiana, incorporando los aspectos socioculturales y disciplinarios que le permitieron a los educandos desarrollar competencias de la vida, para la vida. Estas fueron:

1. Identificar problemas, promover la generación de preguntas legítimas incentivando la formación científica y plantear las hipótesis necesarias para responderlas.
2. Obtener, registrar y sistematizar la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
3. Contrastar los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunicar sus conclusiones.
4. Valorar las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
5. Analizar las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valorar las acciones humanas de impacto ambiental.

Con las actividades desarrolladas en esta fase o momento de aprendizaje el profesor guió a sus estudiantes en:

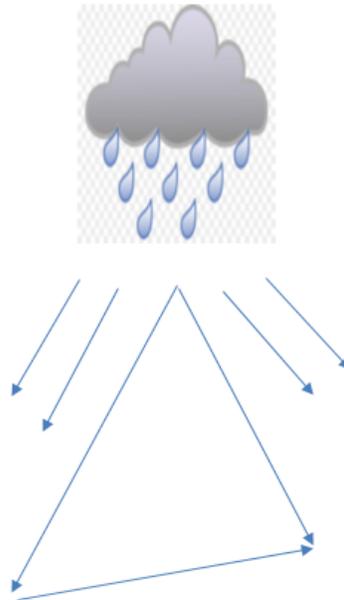
- El desarrollo de competencias genéricas y disciplinares básicas en este momento de aprendizaje.
- La promoción de desempeños en el estudiantado que le permitieron analizar la terminología usada en la Física.
- La aplicación del método científico.
- El uso adecuado de las magnitudes físicas y su naturaleza de la medición, condición indispensable para poder comprender el manejo de las herramientas matemáticas y de los diferentes instrumentos de medición.

- La facilitación y ayuda para aprender, propiciando dentro del proceso enseñanza aprendizaje: La construcción del conocimiento, terminología, el uso y manejo del método científico como metodología para la solución la comprensión de las leyes de Newton en cada fenómeno natural estudiado.

#### D. FASE DE APLICACIÓN:

Es la fase final y más compleja del proceso, es el momento en que se recogen o sintetizan los aprendizajes con el propósito de demostrar la comprensión lograda. Para ello es necesario proponer situaciones problemáticas que le permitan al estudiante aplicar conceptos y procedimientos ya aprendidos para la búsqueda de soluciones. El educando debe estar consciente de que lo más importante está en encontrar la respuesta a los interrogantes planteados, sentir interés hacia determinado cuestionamiento y tener la motivación o la inquietud hacia el aprendizaje. La motivación y la comprensión deben ser concebidas, de manera que el estudiante sienta la necesidad del aprendizaje, de buscar y encontrar la solución a los problemas enfrentados.

Por ello, se le propuso al estudiante que efectuara la representación de vectores (velocidad, aceleración, fuerzas, desplazamiento) y su aplicación inmediata en los fenómenos naturales estudiados (caudal, deslizamientos de tierra, acueducto) en la microcuenca La Cuervo.



(a) Lluvia

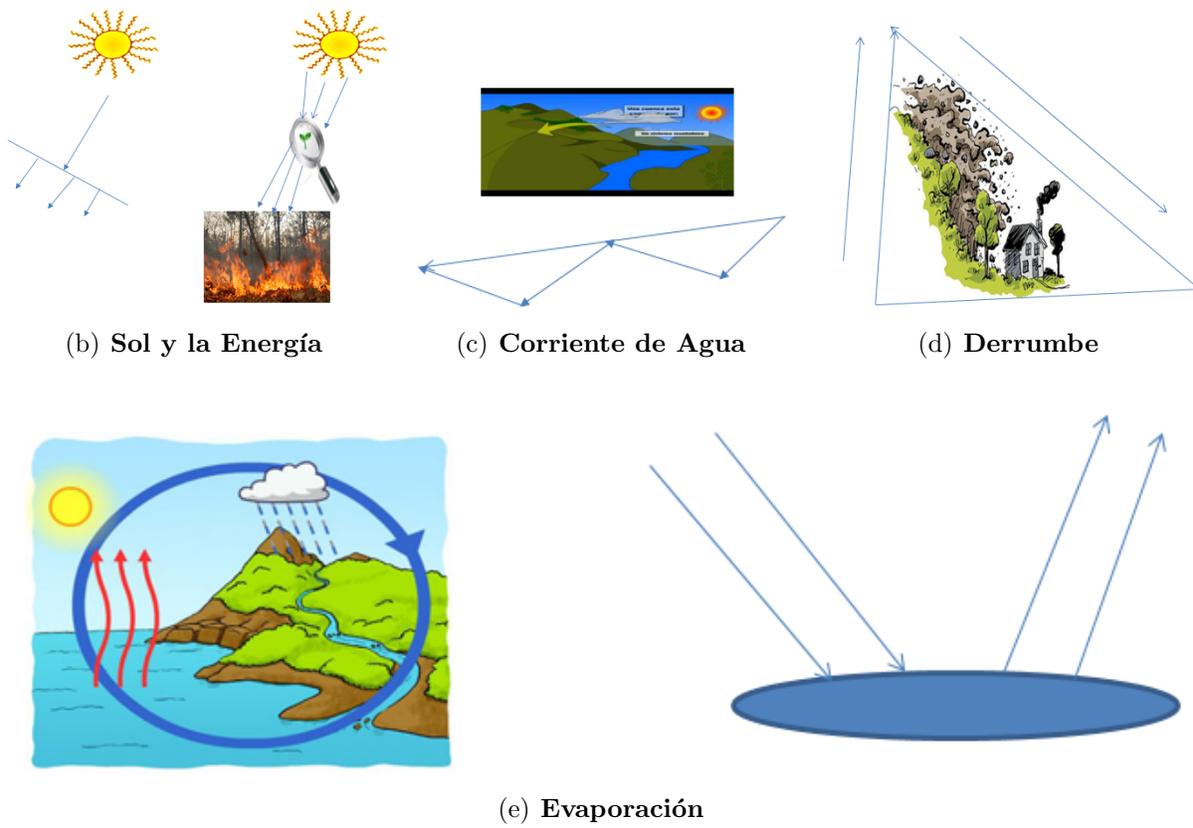


Figura 6: Vectores de los Fenómenos Naturales

La lluvia, la energía solar, la corriente de los ríos, los derrumbes o deslizamientos fueron algunos fenómenos naturales que utilizaron los estudiantes del grado décimo para describir el uso de vectores en un espacio multidimensional: anchura, altura y profundidad y así definir la posición del mismo. Todos los fenómenos naturales se desarrollan en el espacio por lo que toda descripción precisa de un fenómeno natural requiere necesariamente el uso de vectores. Una vez que entendemos un fenómeno físico podemos usar ese conocimiento para resolver problemas prácticos. En resumen, la principal aplicación de concepto de vector, es que nos ayuda a entender lo que pasa a nuestro alrededor. Una vez que entendemos, podemos realizar acciones informadas para resolver problemas prácticos.

## 7.2. Discusión de Resultados

Desde el momento en que los estudiantes se enteraron del proyecto, se motivaron mucho. Al saber que las clases de física se realizarían en la microcuenca La Cuervo mediante un aprendizaje activo y participativo, en donde se les daría la oportunidad de explorar los diferentes fenómenos naturales de manera más reflexiva y crítica. Con ello, se romperían los esquemas de las clases tradicionales, monótonas y aburridas. Las clases se

desarrollaron en su totalidad, contando con gran disposición por parte de los estudiantes, al punto de que el profesor Omar Tovar Tovar (quien es el profesor titular de física) manifestó estar satisfecho con el grado de participación y disposición de los estudiantes y estar motivado para seguir aplicando la estrategia en los años venideros.

El mecanismo de trabajo, basado en el aprendizaje activo y significativo fue muy favorable, pues a medida que transcurrían las clases se evidenciaban el aumento de la cantidad de ideas y explicaciones por parte de los estudiantes. Al mismo tiempo los estudiantes mejoraron la calidad de su argumentación, pues pasaron de responder “porque sí” a tomarse un tiempo y analizar más en detalle cada fenómeno, para llegar a dar una respuesta más elaborada. Los estudiantes se mostraron muy interesados por las temáticas a desarrollar, debido a que durante las clases se les vinculaba de manera directa con su propio contexto, hasta el punto de que hacían parte de éstos. Observamos que el hecho de manipular objetos, tomar medidas y hacer experiencias sencillas potencia habilidades y destrezas que permiten al estudiante predecir, explicar y argumentar sus afirmaciones de manera clara y coherente. Los estudiantes se interesaron por analizar los fenómenos naturales y físicos de la microcuenca, interactuaron con ésta y buscaron más ideas, aparte de las sugeridas por el docente.

La fase de exploración y experimentación planteadas en la guía de aprendizaje permitieron asimilar con facilidad Las Leyes de Newton, al punto de que los estudiantes asociaron correctamente su relación con la masa, velocidad, fuerza, gravedad, desplazamiento, aceleración, rapidez, entre otros. Sin embargo, los estudiantes sí reconocieron el papel que desempeña la inercia, la fuerza, la acción y reacción en los diferentes cuerpos y fenómenos naturales de la microcuenca. A pesar de que durante las salidas de campo se introdujeron los conceptos de una manera práctica con actividades vivenciales, las ideas previas sirvieron de base para que los estudiantes pudieran explicar y percibir los fenómenos naturales de una manera más real y científica.

En resumen, la propuesta didáctica mejora grandemente la motivación, la participación y la calidad de la argumentación de los estudiantes. La aplicación de los conceptos inmersos en las tres leyes de Newton, como también la cantidad de movimiento, resultan fáciles de construir; mientras que otros, como las fuerzas ejercidas por objetos inanimados, requieren de más trabajo para modificar las ideas previas de las estudiantes.

## 8. Conclusiones

Los Métodos en los que el docente y el estudiante intervienen activamente en la construcción del aprendizaje son, en su mayoría métodos interrogativos, en los que la comunicación entre docente/discente se basa en la formulación de preguntas por parte del

profesorado. Se emplea en aquellas acciones formativas donde los participantes ya dominan el conocimiento objeto de estudio, centrándose el interés en que los participantes se conviertan en agentes de su propia formación, a través de la investigación personal, el contacto con la realidad objeto de estudio y las experiencias del grupo de trabajo. El procedimiento y los objetivos deben definirse antes de comenzar la actividad. Se deben plantear situaciones problemáticas para que el estudiantado pueda responder a las preguntas y ayudar al proceso de descubrimiento. El docente es facilitador del aprendizaje. El estudiantado es un agente activo, participativo y constructor de conocimiento.

Con la guía de aprendizaje al alumno se le facilitó explicar y generar alternativas y conocer más a fondo los conceptos claros de las leyes de Newton.

Los lineamientos y actividades organizadas en la guía son para emplearlas en la enseñanza de las leyes de Newton, como una alternativa didáctica, para mejorar el desempeño en la física como también en las demás áreas.

Los cambios de actitud de los estudiantes fueron evidentes, ya que su trabajo fue un aprendizaje activo y constructivista. La enseñanza se desarrolló fuera del aula de clase, lo que ayudó al alumno a motivarse, ser crítico y aprender a conocer los fenómenos naturales en su entorno social.

Se realizó una construcción organizada en la guía didáctica, en donde se tuvieron en cuenta conceptos básicos en la física ayudándoles a motivar con videos.

Las actividades propuestas en la guía de aprendizaje fueron claras, concisas y ordenadas para que el estudiante comprendiera y analizara cada fenómeno natural de una manera significativa.

La guía didáctica constituye una herramienta esencial para el estudiante ya que por medio de ella, relaciona pre saberes, predicciones y nuevos conocimientos que permitieron la integración y organización de contenidos y el logro en el aprendizaje de las leyes de Newton.

## Referencias

- [wek, ] Weka 3 - Minería de datos con software de aprendizaje de código abierto en Java.
- [Álvarez Suárez and Vega Marcote, 2010] Álvarez Suárez, P. and Vega Marcote, P. (2010). "Transversalidad" de la Trasnversalidad. Análisis de una estrategia didáctica aplicada a la educación para la sostenibilidad. *Revista Portuguesa de Educação*, 23(2):239–262.
- [Antwi, 2015] Antwi, V. (2015). Journal of Education and Practice www.iiste.org ISSN. Technical Report 12.
- [AUSUBEL, 1983] AUSUBEL (1983). Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. *todo sobre la investigacion*, 3(2):122.
- [Ausubel, 1968] Ausubel, D. (1968). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning: An Introdution to School Larning*.
- [Bellucco and de Carvalho, 2013] Bellucco, A. and de Carvalho, A. M. P. (2013). Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1):30.
- [Bertalanffy, 1976] Bertalanffy, L. V. (1976). Teoría general de los sistemas. *Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollo y aplicaciones*.
- [Bruner et al., 2009] Bruner, J. S., Gómez Crespo, J. C., and Linaza, J. (2009). *Actos de significado : más allá de la revolución cognitiva*. Alianza.
- [Cakir, 2008] Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *ERIC*.
- [Cañellas and Teoría, 2005] Cañellas, A. J. C. and Teoría, D. E. L. A. (2005). Teoría del caos y práctica educativa. *Revista Galega do Ensino*, 13(47):20.
- [Cohen et al., 1990] Cohen, L., Manion, L., Agudo López, F., and Casanova, M. A. (1990). *Métodos de investigación educativa*. La Muralla.
- [Flick, 2004] Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Fundación Paideia Galiza.
- [García, 2012] García, A. P. (2012). Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de.
- [García Quintero, 2005] García Quintero, J. Á. (2005). *Estrategia metodológica para el aprendizaje significativo y la evaluación por competencias de los estudiantes del grado décimo y undécimo en el área de física del Colegio San Miguel Arcángel*. PhD thesis, Universidad Surcolombiana.
- [Gell-Man et al., 1995] Gell-Man, M., Garcia, A., and Pastor, R. (1995). *El Quark y el Jaguar: Aventuras en lo Simple y lo complejo*.

- [Gómez Francisco, 2010] Gómez Francisco, T. (2010). El nuevo paradigma de la complejidad y la educación: una mirada histórica \*. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 9(25):183–198.
- [Guisasola et al., 2017] Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., and Gutierrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2):020139.
- [Hernández-Silva and López-Fernández, 2018] Hernández-Silva, C. and López-Fernández, L. (2018). Impacto de estrategias de aprendizaje activo sobre el conocimiento disciplinar de futuros profesores de física, en un curso de didáctica Impact of active learning.
- [Maldonado, 2017] Maldonado, C. E. (2017). Educación compleja: Indisciplinar la sociedad\*. 19(33):234–252.
- [Manfred Max-Neef, ] Manfred Max-Neef, P. A. FUNDAMENTOS DE LA TRANS-DISCIPLINARIDAD. Technical report.
- [March, 1984] March, R. H. (1984). *Física para poetas*. Siglo Veintiuno.
- [Maturana, 1987] Maturana, H. (1987). *Árbol del conocimiento*. 1984.
- [Maturana and Rezepka, 2002] Maturana, H. and Rezepka, S. D. (2002). Formación humana y capacitación.
- [Mayer, 2004] Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *psycnet.apa.org*.
- [Moraes, 2001] Moraes, M. C. (2001). EDUCAR Y APRENDER EN LA BIOLOGIA DEL AMOR. Technical report.
- [Moreno et al., ] Moreno, J., de Educação, N. V. A. R., and undefined 2017. Enseñanza de las leyes de Newton en grado décimo bajo la Metodología de Aprendizaje Activo. *dialnet.unirioja.es*.
- [Morin, 1988] Morin, E. (1988). *Introducción al pensamiento complejo*.
- [Morin, 1999] Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. *Revista De Innovación E Investigación Educativa*.
- [Piaget, 2001] Piaget, J. (2001). La representación del mundo en el niño. *Ediciones Morata*.
- [Ramírez Andrade and Montealegre Palomá, 2012] Ramírez Andrade, J. P. and Montealegre Palomá, G. A. (2012). *Enseñanza por competencias del curso física mecánica del programa de Ingeniería de Petróleos en la Universidad Surcolombiana*. PhD thesis, Universidad Surcolombiana.
- [Requena Hernández, 2008] Requena Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2):26–35.

[Rocío and Cuervo, 2006] Rocío, M. C. and Cuervo, H. (2006). IPN) (CASO IPN). Technical report.

[Vygotski and Furió, 2000] Vygotski, L. S. and Furió, S. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.

## 9. Anexos

### 9.1. Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente

Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: Décimo

1: La Tercera ley de Newton		Cuando se recoge un objeto contaminante (papel, plástico, etc.) de la orilla de una microcuenca o quebrada, ¿qué ley del movimiento se presenta?
2: Estado de reposo		El agua fluye o se mueve gracias a:
3: Fuerza		¿Qué fuerza hace que un imán atraiga objetos contaminantes de la naturaleza? (teniendo en cuenta que los objetos poseen la propiedad de atracción).
4: Velocidad		Es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.
5: Masa		¿Qué hace que la superficie de dos cuerpos se roce? Por ejemplo, una persona recogiendo o reciclando basura.
6: Fuerza Gravitatoria		Cuando se clava un recipiente para reciclaje, ¿qué ley del movimiento se presenta entre la interacción del clavo y el martillo?
7: Contaminación hídrica		Una lancha que recoge basura en el río Magdalena en dirección suroccidente (océano Atlántico) se desplaza a 25 km/h. La afirmación anterior pertenece a un ejemplo de:
8: Rapidez		Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso o consumo.
9: La primer ley de Newton		Una lancha que recoge basura en el río se desplaza a 25 km/h. La afirmación anterior pertenece a un ejemplo de:
10: Movimiento natural		Es una modificación del agua, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa.
11: Peso		Al medir con la fuerza de la gravedad (Newton) ejercida a la cantidad de basura recogida o tiempo invierno. Hacemos referencia a:
12: Contaminación		Al medir con libras, kilogramos, arrobas, toneladas... la cantidad de basura recogida o reciclada. Hacemos referencia a:
13: Fuerza de fricción		Las aguas de los lagos, lagunas, pozos, pantanos y estanques están quietos: de qué ley estamos hablando.
14: Fuerza electromagnética		Se reciclaron 5 kilogramos de plásticos, 2 kilogramos de papel y 6 kilogramos de vidrios. Este es un ejemplo de:
15: Cantidad escalar		El humo creado por una quema de basura, realiza un movimiento o desplazamiento hacia las nubes que Aristóteles determino cómo:

Cuadro 2: Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente

## 9.2. Guía de Aprendizaje

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA UNIÓN- SUAZA (HUILA)  
GUIA DE APRENDIZAJE  
GRADO: DÉCIMO  
ÁREA: CIENCIAS NATURALES ASIGNATURA: FÍSICA  
TEMA: LEYES DE NEWTON



Figura 7: Ilustración de la Microcuenca

### **JUSTIFICACIÓN:**

La Física es una asignatura de la ciencias naturales, que permite comprender nuestro mundo físico y viviente de una manera logica, analítica y científica; reconociendo así, los principios básicos que rigen cada una de las acciones de los distintos elementos de este mundo, para predecir sucesos y tomar decisiones que conlleven a la transformación del comportamiento de dicho cuerpo evitando así catástrofes o tragedias que alteren al ecosistema. Por lo anterior, es necesario inducir al estudiante a la comprensión y a la aplicación de las leyes de Newton en los diferentes fenómenos naturales que acontecen en la microcuenca La Cuervo para desarrollar en él, la capacidad crítica y analítica frente al conocimiento científico, mediante la utilización y aplicación de herramientas pedagógicas y tecnológicas que le permitan comprender e interactuar con el mundo que lo rodea, en la búsqueda de soluciones y en la producción de nuevos conocimientos.

### **OBJETIVO:**

Comprender integralmente las leyes de Newton de una manera clara y sencilla, aplicada al movimiento de las fuentes de agua y de la acción del ser humano sobre la microcuenca La Cuervo del municipio de Suaza – Huila.

### **PALABRAS CLAVES:**

Medición	Inercia
Vectores	Acción
Movimiento	Reacción
Movimiento uniforme	Newton
Movimiento acelerado	Peso
Desplazamiento	Tensión
Espacio	Rozamiento
Velocidad	Fricción
Rapidez	Equilibrio
Aceleración	Masa
Gravedad	Energía
Fuerza	Presión

## **METODO CIENTIFICO**

- Observar
- Experimentar
- Deducir

## **COMPETENCIAS GENERALES BÁSICAS EN CIENCIAS NATURALES**

- **La interpretación** que hace posible apropiarse de representaciones del mundo y, en general, de la herencia cultural.
- **La argumentación** que permite construir explicaciones y establecer acuerdos.
- **La proposición** que permite construir nuevos significados y proponer acciones de mejoramiento en forma responsable.

## **COMPETENCIAS ESPECIFICAS EN CIENCIAS NATURALES**

- Uso comprensivo del conocimiento científico
- Explicación de Fenómenos
- Indagación

## **LA FÍSICA**

- Es un área de Investigación
- Permite efectuar exploración
- Intenta buscar soluciones
- Parte de conocimientos existentes
- Llega a resultados

## FASE DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

**Trabajamos en grupo con nuestro profesor, en la siguiente salida de campo:**

El profesor iniciará con preguntas detonadoras para explorar las ideas previas de los estudiantes, quienes deben escribir en sus bitácoras sus predicciones. Las preguntas son:

1. Observa, señala y menciona, ¿en qué partes de la quebrada encontramos aguas quietas y aguas en movimiento?
2. ¿Por qué el agua permanece quieta en determinados lugares de la quebrada? ¿Cuáles son las características físicas del lugar donde el agua está quieta? ¿Cree usted que las características físicas del lugar influyen para que el agua permanezca quieta? ¿Por qué?
3. ¿Por qué el agua se mueve en ciertos lugares? ¿Cuáles son las características físicas del lugar donde el agua está en movimiento? ¿Cree usted que las características físicas del lugar influyen para que el agua se mueva? ¿Por qué?
4. Visitamos un lugar donde el agua permanezca quieta, observamos la cantidad y diversidad de plantas que la rodean y respondemos: ¿Qué relación tienen el bosque con el agua? ¿Será que el caudal de la quebrada ha sido siempre el mismo? ¿Por qué puede aumentar o disminuir el caudal de la quebrada? ¿Qué podemos hacer para recuperar nuestros recursos hídricos?
5. Contesta las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo y por qué se mueve el agua?
  - ¿Qué elementos naturales causan el movimiento del agua?
  - ¿Por qué en determinados lugares de la microcuenca, el agua en movimiento se detiene?
  - ¿El agua quieta o en reposo se mueve?

Una vez los estudiantes han respondido a estas preguntas en sus bitácoras, el profesor abrirá un espacio para la socialización y una discusión grupal. Posteriormente se aplicará el cuestionario diagnóstico.

## FASE DIAGNÓSTICA

A continuación se presenta un enunciado, con cuatro posibles respuestas. Elige una de esas opciones para cada caso y explica por qué piensas que sucederá. Anota tus respuestas al lado de las imágenes.

### Pregunta 1

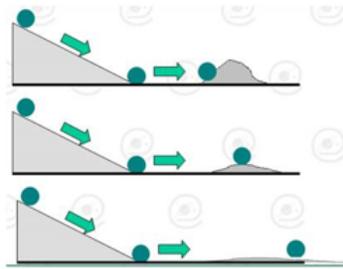


Figura 8: Ilustración

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la resultante de las fuerzas que actúan es cero...

- el cuerpo no se mueve.
- el cuerpo se mueve con un movimiento rectilíneo uniforme.
- el cuerpo se mueve con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- el cuerpo se mueve con un movimiento rectilíneo uniformemente retardado.

### Pregunta 2

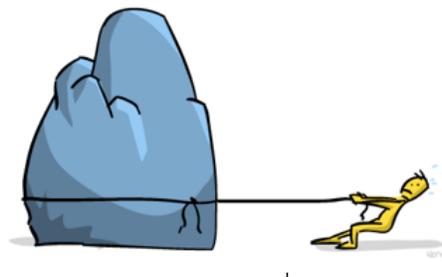


Figura 9: Ilustración

Si un cuerpo está en reposo...

- sobre él no actúa ninguna fuerza.
- la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es nula.

- c. sólo actúa una fuerza sobre él.
- d. sólo actúan dos fuerzas sobre él que se contrarrestan.

### Pregunta 3



Figura 10: Ilustración

Además de cambiar de forma los objetos, las fuerzas pueden...

- a. frenar o disminuir la velocidad de un cuerpo que está en movimiento.
- b. poner en movimiento un cuerpo que está parado.
- c. aumentar la velocidad de un cuerpo que ya se está moviendo.
- d. cambiar la dirección en la que se mueve el cuerpo.

### Pregunta 4

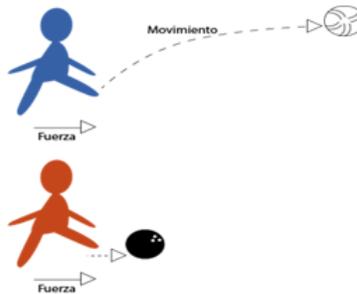


Figura 11: Ilustración

Cuando un cuerpo está acelerado...

- a. Su dirección nunca cambia
- b. Su rapidez siempre se incrementa

### Pregunta 5

La masa de un cuerpo depende de...

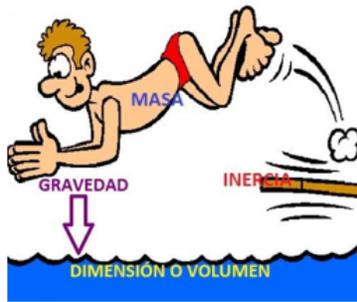


Figura 12: Ilustración

- a. su posición con respecto a la superficie de la tierra
- b. de la aceleración de la gravedad
- c. de su cantidad de materia

### Pregunta 6



Figura 13: Ilustración

La acción y reacción mencionadas en la tercera ley de Newton...

- a. están aplicadas a un mismo cuerpo.
- b. deben estar aplicadas a diferentes cuerpos.

Comparte tus respuestas con tus compañeros y el profesor, reflexionando sobre cada una de ellas.

## FASE EXPERIMENTAL

1. Practiquemos con el caudal de la quebrada.



Figura 14: Ilustración

Trabajo en grupos con mis compañeros y el profesor.

a. ¿Qué necesitamos?

- Una esfera de icopor de 10 cm de diámetro
- Un reloj o cronómetro
- Un decámetro metálico
- Un rollo de fibra
- Cuatro palos de escobas o tablas de madera de metro y medio de longitud como mínimo.

b. ¿Qué hacemos?

- Identificamos un tramo de la quebrada en que la lámina de agua sea lo más quieta posible, sin piedras grandes ni troncos, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias ni impedimentos. Además, que tenga una profundidad y ancho similar.
- Luego de identificar el tramo, marcamos dos puntos, A (de inicio) y B (de llegada) y medir una distancia de 10 metros entre el punto A y el punto B. Se divide el ancho de la quebrada, en, tres partes: uno cauce central y los otros dos orilla derecha e izquierda, respectivamente. Luego medimos la profundidad y la anchura por cinco oportunidades en cada punto como se muestra a continuación:
- Posteriormente, ubicamos una persona en cada trayecto o parte del punto A con la esfera de icopor y otras tres en el punto B con el cronómetro. Se medirá el tiempo de recorrido del flotador desde el punto A hasta el punto B. Este proceso se repetirá cinco veces y se registrará en la siguiente tabla:

**Comentamos con el grupo los resultados obtenidos y escribimos las conclusiones. Luego respondemos las siguientes preguntas:**

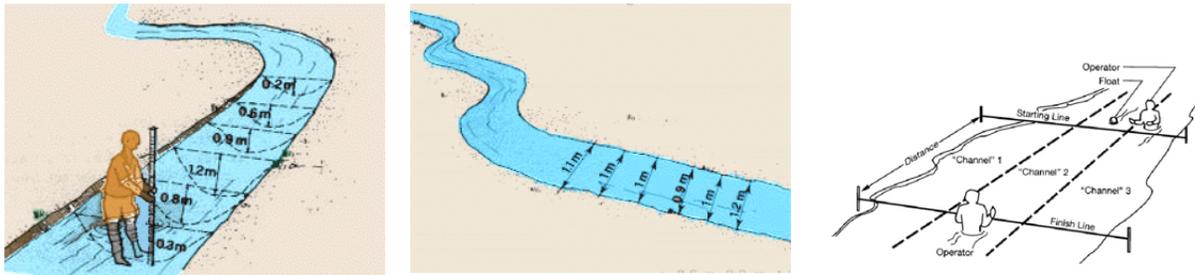


Figura 15: Ilustración

LANZAMIENTOS			
TIEMPO DEL RECORRIDO	PROFUNDIDAD	ANCHO	VELOCIDAD
Tiempo 1			
Tiempo 2			
Tiempo 3			
Tiempo 4			
Tiempo 5			
Promedio			

Cuadro 3: Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente

- ¿Qué factores intervienen en el movimiento o reposo del agua?
- ¿Qué sucede ambientalmente si la profundidad del cauce de una quebrada disminuye?
- O por el contrario, ¿qué sucede si se aumenta la profundidad?, ¿podríamos estimar este cambio?
- ¿Qué podemos concluir con lo anterior?
- ¿Qué factores se alteran cuando un río o quebrada se desborda?
- Según los registros de la tabla anterior, ¿en cuál parte o trayecto de la quebrada es mayor la velocidad del agua? ¿Por qué?

**Practiquemos: Invierno – avalanchas o deslizamientos de tierra.** Con mis compañeros recorreremos alrededores de la microcuenca, verificando si existen deslizamientos de tierra y respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Estimar el tamaño que tiene el derrumbe?
- ¿cuál es la característica del material arrastrado?
- ¿Qué fuerza haló ese material hacia abajo?
- ¿Cuál es la inclinación o la altura de la montaña donde ocurrió el deslizamiento?
- ¿Con que velocidad descendió ese material?

- ¿Cuáles son las causas que originaron el desprendimiento de la montaña?
- ¿En qué época del año son más frecuentes los derrumbes?, ¿por qué?.
- ¿Qué factores naturales alteran la lluvia o el agua que contribuyan al deslizamiento del suelo?

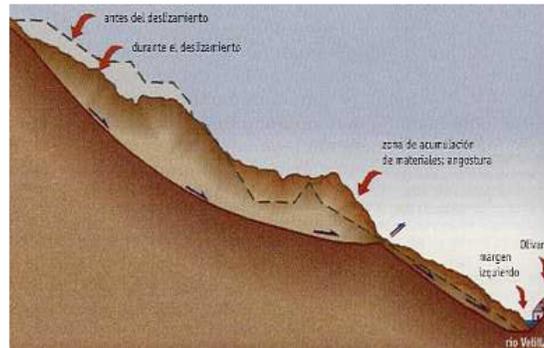


Figura 16: Ilustración

**Observamos detenidamente la gráfica, luego respondemos las siguientes preguntas:**

- ¿Qué leyes de Newton se aplican en este fenómeno natural?
- ¿Qué ley de Newton interactúa el antes de la caída de la tierra? Argumenta tu respuesta. Elabora una representación gráfica de este fenómeno en el que incluya vectores que explique este momento.
- ¿Qué ocasionó el desprendimiento y deslizamiento de la tierra? ¿Qué ley se ve reflejada en este segundo momento (durante) explica tu respuesta.
- ¿Cuál ley de Newton se refleja en el tercer momento (después)?
- ¿Qué consecuencias trae consigo el deslizamiento del suelo para el medio ambiente y para ser humano?
- Por la topografía del lugar, ¿qué sucedería si se deforestara la microcuenca por actividades de colonización de la zona y se ampliara la temporada invernal, provocando un gran deslizamiento y remoción de masa, obstruyendo la fuente hídrica generando un represamiento y colmatación de la quebrada hasta llegar a convertirse en una avalancha y/o tragedia?
- ¿Cuál es la altura y la inclinación. en grados, de la montaña?
- ¿Qué es una avalancha?
- ¿Qué es fuerza?



Figura 17: ilustración del movimiento violento

- ¿Qué hace una fuerza?
- ¿Qué fuerzas están presentes en una avalancha?
- ¿Cómo es el momento dinámico, el movimiento y la aceleración de la masa en el punto de partida de la avalancha?
- Después de recorrer cierta trayectoria a lo largo de la pendiente, ¿cómo es la masa, la fuerza y la aceleración de la avalancha?
- ¿Cuándo se detiene una avalancha?
- ¿Qué leyes de Newton están representadas en este fenómeno natural?

## FASE DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

- Completa el cuadro haciendo una representación vectorial de las fuerzas que indica el desplazamiento de las masas en los diferentes fenómenos observados en la microcuenca:

FENOMENO NATURAL	REPRESENTACIÓN VECTORIAL	EXPLICACIÓN DEL FENOMENO
FUERTES PRECIPITACIONES O LLUVIAS		
ENERGIA SOLAR		
MICROCUENCA		
DESLIZAMIENTO DEL SUELO		
EVAPORACIÓN		

Cuadro 4: Conocimiento de Física y Conservación del Medio Ambiente

- Para finalizar y verificar que los objetivos se cumplieron satisfactoriamente resuelve nuevamente el test de la fase diagnóstica y verifica si las respuestas anteriormente señaladas son las correctas.

### 9.3. Guía del Docente

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA UNIÓN  
SUAZA - HUILA  
COMPLEJIDAD APLICADA EN UNA MICROCUENCA  
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GUÍA DEL DOCENTE

<p>NOMBRE DEL PROYECTO:</p> <p>INTERDISCIPLINARIEDAD DE LAS LEYES DE NEWTON A TRAVÉS DE LA MICROCUENCA LA CUERVO</p>	<p><b>Grado:</b>Décimo</p> 
<p><b>DOCENTE:</b> OMAR TOVAR TOVAR</p>	<p><b>ÁREA:</b>CIENCIAS NATURALES</p>
<p><b>OBJETIVO:</b> Comprender cada una de las leyes de Newton de una manera clara y sencilla, aplicada al comportamiento del agua y de la acción del ser humano sobre la microcuenca La Cuervo del municipio de Suaza – Huila.</p>	
<p><b>COMPETENCIAS:</b></p> <p><b>COMPETENCIAS GENERALES BÁSICAS EN CIENCIAS NATURALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpretativa: Como cree que se hace posible apropiar representaciones del mundo y, en general, de la herencia cultural.</li> <li>▪ Argumentativa: que permite construir explicaciones y establecer acuerdos.</li> <li>▪ Propositiva: que permite construir nuevos significados y proponer acciones de mejoramiento en forma responsable.</li> </ul> <p><b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN CIENCIAS NATURALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso comprensivo del conocimiento científico</li> <li>▪ Explicación de Fenómenos</li> <li>▪ Indagación</li> </ul>	
<p><b>PREGUNTA ORIENTADORA:</b> ¿Cómo contextualizar las leyes de Newton desde los fenómenos naturales que acontecen en la microcuenca La Cuervo de Suaza- Huila?</p>	
<p><b>ÁREAS CURRICULARES: (STLAM)</b> Ciencias Naturales (Física, Química, Biología), Matemáticas (aritmética, estadística, geometría, algebra), Tecnología (medios tecnológicos), Lenguaje (competencias lingüísticas y comunicativas), Sociales (geografía e historia, Competencias ciudadanas).</p>	

**JUSTIFICACIÓN:** La Física es una asignatura de la Ciencias naturales, que permite comprender nuestro mundo físico y viviente de una manera lógica, analítica y científica; reconociendo así, los principios básicos que rigen cada una de las acciones de los distintos elementos de este mundo, para predecir sucesos y tomar decisiones que conlleven a la transformación del comportamiento de dicho cuerpo evitando así catástrofes o tragedias que alteren al ecosistema. Por lo anterior es necesario inducir al estudiante a la comprensión y a la aplicación de las leyes de Newton en los diferentes fenómenos naturales que acontecen en la microcuenca La Cuervo para desarrollar en él, la capacidad crítica y analítica frente al conocimiento científico, mediante la utilización y aplicación de herramientas pedagógicas y tecnológicas que le permitan comprender e interactuar con el mundo que lo rodea, en la búsqueda de soluciones y en la producción de nuevos conocimientos.

**ESTRUCTURA Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

ETAPAS	¿CÓMO?	ACTIVIDADES/RECURSOS /METODOLOGÍA
<p><b>ESTRUCTURACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE:</b></p>	<p>Con el propósito de garantizar una implementación exitosa de la guía de aprendizaje, el profesor debe planear y estructurar muy bien el contenido y la secuencia de las actividades propuestas para cada fase del proceso de aprendizaje (Exploración, diagnóstica, experimental, aplicación); Dado que cada secuencia responde al desarrollo de procesos de pensamientos que conllevan alcanzar unas competencias o metas de aprendizaje.</p>	<p>GUÍA DE APRENDIZAJE</p> 
<p><b>FASES O MOMENTOS DEL APRENDIZAJE:</b></p>	<p><b>FASE DE EXPLORACIÓN:</b> Momento inicial del aprendizaje en el cual los estudiantes ponen en evidencia, a través de distintos tipos de desempeños, sus conocimientos, habilidades y experiencias previas a un nuevo aprendizaje. Esto con el propósito de llevar a cabo un posterior proceso de reflexión (metacognición) con respecto al avance de su propio aprendizaje y en relación con unas metas preestablecidas. Esto les permite, también, apreciar el valor de aprender.</p>	<p><b>ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA FASE DE EXPLORACIÓN:</b> Serie de actividades que se enfocan, principalmente, en el desarrollo de habilidades orales, discusión por parejas o en grupos o se proponen tareas específicas relacionadas con el entorno próximo de los estudiantes o sus conocimientos previos.</p>

	<p>FASE DIAGNOSTICA: Consistente en la aplicación de una prueba escrita que permitirá identificar el referente teórico inicial de los estudiantes del grado decimo en relación con los preconceptos que tienen sobre: fuerza, masa, aceleración, velocidad, y otros temas relacionados con las leyes de Newton.</p>	<p>ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA FASE DIAGNOSTICA: Prueba escrita estandarizada que se aplicara a cada estudiante para valorar los preconceptos relacionados con las leyes de Newton. Se presenta un enunciado, con cuatro posibles respuestas, de las cuales el estudiante debe elegir una de esas opciones para cada caso y explicar en forma escrita por qué piensas que sucederá, luego debe compartir sus sustentaciones o argumentos ante sus compañeros y el profesor.</p>
	<p>FASE EXPERIMENTAL: Momento intermedio del aprendizaje en el cual los estudiantes son guiados por el profesor, a través de distintos y variados desempeños, en un proceso de investigación o construcción de la comprensión, con el propósito de profundizar y sofisticar los conocimientos, habilidades y experiencias previas.</p>	<p>ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA FASE EXPERIMENTAL: Los desempeños que se proponen en esta fase requieren un permanente y cercano acompañamiento por parte del profesor y de una activa interacción por parte de los estudiantes (individual, parejas o grupos). Las preguntas, tanto del profesor como de los estudiantes, la participación en discusiones y consensos permiten desarrollar habilidades de oralidad, argumentación, uso de evidencias le permitirá al profesor observar el progreso de la comprensión o el aprendizaje de los estudiantes.</p>

	<p>FASE DE APLICACIÓN: Momento final del proceso de aprendizaje en el cual los estudiantes, a través de desempeños diversos, complejos y retadores (aunque adecuados al nivel de los estudiantes), demuestran la comprensión o aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de habilidades propuestas como metas de la clase.</p>	<p>ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA FASE DE APLICACIÓN: Son claves en esta fase la solución de problemas, la conexión y transferencia de contenidos, la síntesis y el uso de recursos y estrategias aprendidas</p>
<p><b>LECCIONES APRENDIDAS:</b></p> <p><b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON DESDE LOS FENOMENOS NATURALES QUE ACONTECEN EN LA MICROCUENCA LA CUERVO</b></p> <p>Parte de los saberes que tiene el estudiante [esquema existente].          Compara con otros saberes (otros estudiantes, la guía)[Interacción social].          Acepta el nuevo contenido o problematiza o cuestiona esos saberes. [Asimilación o conflicto-desequilibrio].          Busca solución en grupo. Incentiva la socialización y la construcción colectiva. Acude a otras fuente [biblioteca, textos, internet, comunidad].          Valida, confronta o complementa los nuevos conocimientos con el docente.          Ejercita [Lecturas y actividades lúdicas].          Aplica a situaciones reales [necesidades, intereses. características]</p>		
<p><b>EVIDENCIAS: Video, complejidad en la microcuenca, fotografías 1920, encuestas e informe final.</b></p>		
<p><b>Desempeño: DEMUESTRA LA COMPRENSIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON A TRAVES DE LOS FENOMENOS NATURALES OBSERVADOS EN LA MICROCUENCA.</b></p>		

### 9.3.1. Desafío 1:Expedición Newtoniana

#### Desafío 1:Expedición Newtoniana



No.	Reto	Áreas Curriculares	Recursos/ Estrategias	OBS (Saberes)
1	<b>CON NEWTON EN EL CAUDAL DE LA QUEBRADA</b> 	MATEMÁTICAS	Esfera de hemicorpo, reloj o cronometro, decámetro, fibra, regla.	PENSAMIENTOS: Numérico. Métrico. Espacial. Variacional. Aleatorio.
		FÍSICA	Caudal de la Quebrada "La cuervo"	Tres leyes de Newton
		SOCIALES	Recurso Natural: Microcuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La orientación: los puntos cardinales.</li> <li>▪ Las representaciones gráficas de la tierra.</li> <li>▪ El paisaje y el relieve:</li> <li>▪ El clima: pisos térmicos.</li> <li>▪ Clases de paisaje: urbano y rural.</li> </ul>
		HISTORIA	Estudio de campo, visitas domiciliarias, entrevistas	Relaciones con la historia y las Culturas.
		TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA	Material didáctico, guía de aprendizaje, material didáctico, reglas, cronometro, cámaras fotográficas, celulares, etc.	Uso adecuado de los recursos tecnológicos e informáticos

<p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CON NEWTON EN EL INVIERNO, LAS AVALANCHAS Y LOS DESLI- ZAMIENTOS DE TIERRA.</b></p> 	<p>CIENCIAS NATURALES: Física</p>	<p>La Regla El Metro El Decámetro Guía de aprendizaje Úti- les escolares Internet Textos de física</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MAGNITUDES FÍSICAS : Longitud Masa Tiempo</li> <li>▪ MAGNITUDES ESCALARES Y VECTORIALES Cinemática del Movimiento Rectilíneo: posición, trayectoria, espacio recorrido, velocidad, rapidez, aceleración.</li> </ul>
	<p>Biología</p>	<p>Diagnóstico ambiental de la microcuenca.</p>	<p>Agua Flora y fauna Ecosistema Erosión Recursos Naturales biodiversidad</p>
	<p>MATEMÁTICAS Algebra, probabilidades, aritmética y geometría</p>	<p>Fenómenos naturales Guía de aprendizaje</p>	<p>Ecuaciones algebraicas con diversas variables</p>
	<p>LENGUAJE</p>	<p>Trabajo individual, por parejas y grupal. Consulta por internet o textos sobre los temas vistos.</p>	<p>Técnicas de redacción. Expresión oral Exposición. Lectura comprensiva Informes escritos. Socialización</p>

		SOCIALES	Visita a la microcuenca, observación y análisis de alteración de los fenómenos naturales, bitácora y guía de aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los ecosistemas y su relación con el ser Humano.</li> <li>■ Diversidad de ecosistemas en la Tierra.</li> <li>■ El agua.</li> <li>■ Incidencia del ser humano en los ecosistemas.</li> <li>■ El medio ambiente y el deterioro ambiental.</li> <li>■ Consecuencias del deterioro ambiental.</li> <li>■ El hombre y su preocupación por el deterioro Ambiental.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>NEWTON EN LA BOCATOMA</b></p> 	MATEMÁTICAS: Aritmética, geometría y algebra	Guía de aprendizaje, medidas de longitud, útiles escolares, textos escolares, consultas por internet.	Calculo de áreas Medidas de longitud Aplicación de fórmulas físicas. Magnitudes escalares y vectoriales.
		SOCIALES: Geografía	Salida de campo, guía de aprendizaje, textos de sociales.	Relieve de montaña, el agua, las estaciones, aguas de escorrentías, ciclos del agua, erosión, deterioro ambiental.
		LENGUAJE	Resolución de las diferentes fases que componen la guía de aprendizaje.	Lectura de instrucciones, resolución de preguntas, socialización, etc.
		TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA	La bocatoma y sus partes, la guía de aprendizaje, la encuesta,	Recolección y análisis de la información de los distintos lugares e instrumentos aplicados.

## 9.4. Base de Datos

A	B	C	D	E
SI	FEMENINO	BAJO	NO	BAJO
SI	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BAJO
SI	MASCULINO	BASICO	NO	BASICO
NO	MASCULINO	BASICO	NO	BAJO
NO	FEMENINO	BASICO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BASICO	NO	BASICO
SI	FEMENINO	BASICO	SI	BAJO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BAJO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
SI	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BASICO	SI	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	ALTO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BAJO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
NO	FEMENINO	BAJO	NO	BASICO
SI	FEMENINO	BAJO	SI	BASICO
SI	FEMENINO	ALTO	NO	BASICO
SI	MASCULINO	BAJO	NO	ALTO
NO	MASCULINO	BAJO	NO	SUPERIOR
NO	MASCULINO	BAJO	SI	SUPERIOR
NO	MASCULINO	BAJO	NO	ALTO

Cuadro 5: Encuesta a Estudiantes del Grado Décimo de la Institución Educativa La Unión

- A. El Gusto por la Física
- B. Sexo
- C. La evaluación de las Leyes de Newton antes de aplicar la guía de aprendizaje
- D. El Gusto de la Clase de Física en el Aula

- E. La evaluación de las Leyes de Newton Después de Aplicar la Guía de Aprendizaje

### 9.5. Árbol de Decisión Realizado en el Sistema Experto Weka

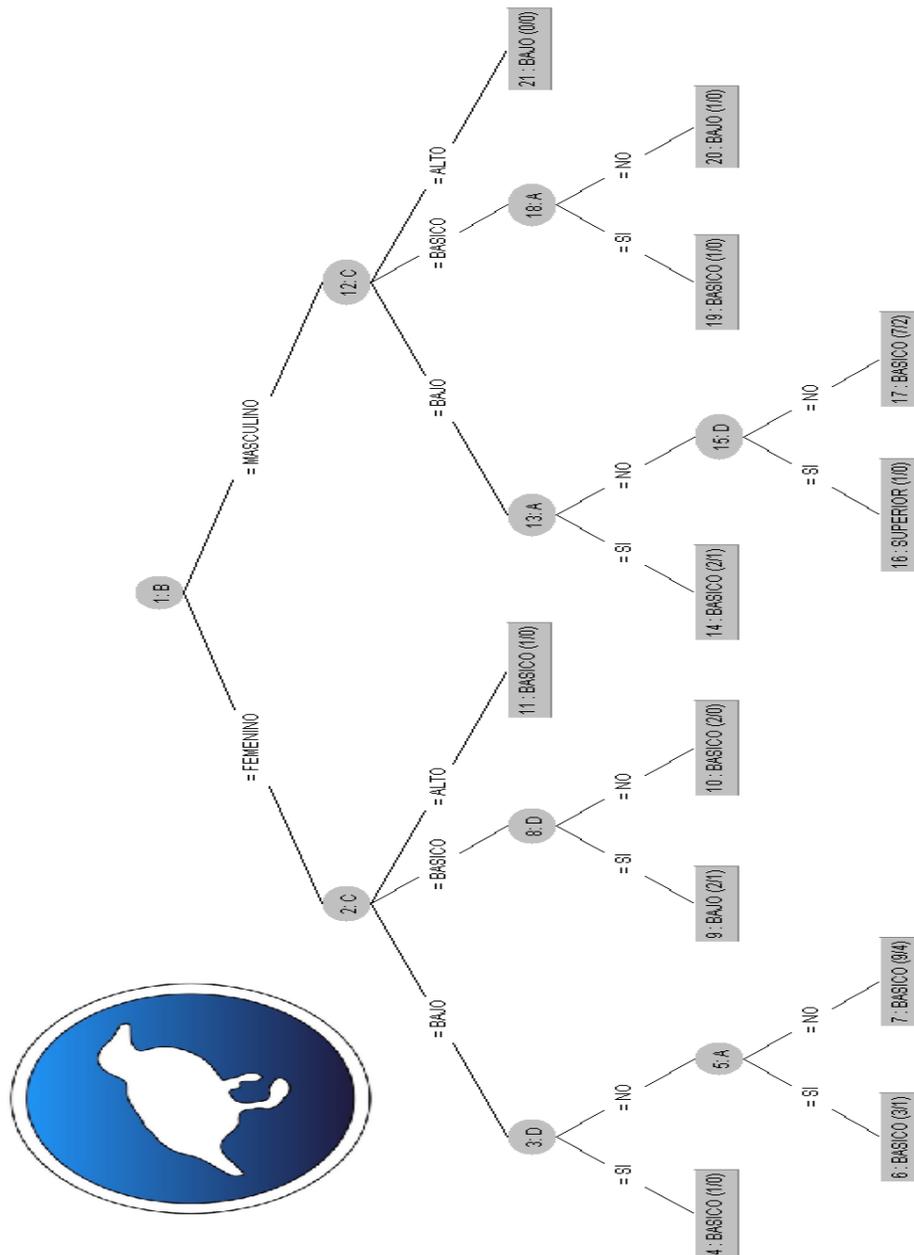


Figura 18: Árbol de Decisión Realizado con Software Weka y el algoritmo RandomTree

## 9.6. Anexos Fotográficos



Figura 19: Evidencias Fotográficas en el aula de clase



Figura 20: Evidencias Fotográficas en la Microcuenca La Cuervo