CAMBIO DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO CAÍDA LIBRE MEDIANTE EL ACERCAMIENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO AL CONOCIMIENTO ESCOLAR

JUAN CARLOS MARTINEZ WALLES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCAS

MANIZALES

2018

CAMBIO DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO CAÍDA LIBRE MEDIANTE EL ACERCAMIENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO AL CONOCIMIENTO ESCOLAR

JUAN CARLOS MARTÍNEZ WALLES

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

Mg. Yoany Andrés Patiño Franco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCAS

MANIZALES

2018

DEDICATORIA

Dedico este título a mi hija Lucianna Martínez Villanueva, quien con su llegada a mi vida generó cambios y me motivó a continuar día a día para culminar este proceso, igualmente a mi Mamá Mary Walles quien con su apoyo incondicional me fortaleció constantemente.

AGRADECIMIENTOS

A

Mi familia por quienes siempre trato de hacer las cosas lo mejor posible, pues son mi espejo en todo cuanto hago.

Magister Yoany Andrés Patiño por su apoyo incondicional, orientación y conocimiento puesto al servicio de la realización de este trabajo.

Especialista Janet Tatiana Polanía Muñoz quien con su apoyo y aportes en todo momento contribuyó a la materialización de este proyecto.

Todos aquellos que de una forma u otra, participaron en la realización de este trabajo.

RESUMEN

El presente artículo expone los resultados de una investigación realizada con el objetivo de lograr un cambio en los modelos explicativos sobre el concepto caída libre, desde la implementación de una unidad didáctica, con estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón-Huila, a través del acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar.

La investigación es de tipo cualitativa, permitiendo con esto, identificar las problemáticas educativas señaladas, con el fin de diagnosticar y presentar propuestas alternativas, para los posibles cambios relacionados con los conocimientos y experiencias generadas por los modelos explicativos del concepto caída libre.

Una vez concluido el estudio investigativo con el diseño y aplicación de la unidad didáctica, se evidencia el cambio en los modelos explicativos, en cada uno de los momentos establecidos para la intervención de aula; se muestra un resultado positivo al observar un acercamiento paulatino de los estudiantes hacia un modelo Teorizador, dando cuenta de un cambio conceptual.

Palabras Claves: Modelos explicativos, caída libre, conocimiento científico, conocimiento escolar, cambio conceptual.

ABSTRACT

The objective of this Project is to achieve a change in explanatory models about Free Fall Concept, from the educational unit developed with tenth graders in Simon Bolívar School from Garzón-Huila through the approaching of scientific knowledge to school knowledge.

The research was developed in qualitative manner, enabling to identify educational problems indicated in order to diagnose and present alternative proposals to possible changes related with knowledge and experiences generated by explanatory models of Free Fall Concept.

Once the research study is concluded with the design and application of the educational unit, the change is evident in explanatory models, in every of the stablished moments for the intervention in the classroom, a positive result is shown when we look at the student´s gradual approach toward a theoretical model, realizing a conceptual change.

Keywords: Explanatory models, Free Fall, scientific knowledge, school knowledge, conceptual change

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN 10

ANTECEDENTES 11

ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 14

JUSTIFICACIÓN 16

REFERENTE TEÓRICO 19

OBJETIVOS 27

Objetivo General 27

Objetivos Específicos 27

METODOLOGÍA 28

Enfoque metodológico 28

Diseño metodológico 29

Plan de análisis 32

Propuesta de organización de la información 33

RESULTADOS 35

Momento Ubicación 35

Instrumento 1 35

Momento de Desubicación 44

Momento de Reenfoque 48

Instrumento 3 48

CONCLUSIONES 55

RECOMENDACIONES 56

REFERENCIAS 57

ANEXOS 61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Modelos explicativos 23

Tabla 2 Técnicas e instrumentos para recolectar información 31

Tabla 3 Categorías de investigación 32

Tabla 4 Matriz análisis de modelos explicativos iniciales 34

Tabla 5 Análisis de las respuestas de los estudiantes en el instrumento de indagación de modelos explicativos iniciales 38

Tabla 6 Cronograma de actividades Unidad Didáctica 67

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Análisis de las competencias de estudiantes de grado décimo IE Simón Bolívar 17

Ilustración 2 Metodología De la investigación 29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Instrumento 1 para la indagación de Modelos explicativos iniciales en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón, Huila, sobre el concepto de caída libre. 61

Anexo 2 Momento de desubicación: Instrumento 2, Análisis del fenómeno desde el conocimiento escolar 63

Anexo 3 DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA 65

PRESENTACIÓN

El presente documento contiene toda la información relacionada con el proyecto denominado CAMBIO DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO CAÍDA LIBRE MEDIANTE EL ACERCAMIENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO AL CONOCIMIENTO ESCOLAR**,** inicialmente se realiza una revisión al panorama actual de la problemática relacionada con la enseñanza de las ciencias y se define el problema de investigación teniendo en cuenta los referentes teóricos relacionados con el tema.

Posteriormente se plantean los objetivos del proyecto definiendo la metodología planteada para el desarrollo del mismo, estableciendo una estructura clara para el diseño, aplicación y análisis de la información recolectada con los instrumentos diseñados para tal fin.

Por último se presentan las conclusiones de la investigación mostrando los principales resultados y logros, finalizando con las recomendaciones a posteriores estudios relacionados con el tema investigativo.

ANTECEDENTES

Realizando el análisis de antecedentes del interés investigativo particular, se iniciará referenciando a Castiblanco y Vizcaino (2006) en su texto Pensamiento crítico y reflexivo desde la enseñanza de la física, publicado en la revista colombiana de física, destacado y apropiado para el desarrollo del presente proyecto porque analiza el aprendizaje de las ciencias desde un ámbito de crecimiento personal, para la apropiación de los conceptos físicos. Por otra parte se destaca el trabajo de Henao (2013), quien desarrolló un proyecto denominado *Enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problemas*, teniendo como problema de investigación la revisión en dificultades para entender conceptos y en especial la Naturaleza de la Materia (motivo de investigación en este trabajo), podría pensarse que el sistema didáctico evidenciado en las aulas de clase, tradicionalmente ha mantenido la constante de privilegiar el saber cómo componente de mayor preferencia, en este sentido se da a entender al saber en sí, como el elemento principal dentro del contexto educativo, bajo la idea de que lo importante es "aprender" y esto se consigue entendiendo los conceptos que el docente entrega, es decir, se asume que el mero hecho de recibir la información es más que suficiente para interiorizar una idea, cuyos objetivos son: a) caracterizar las ideas que tienen los estudiantes acerca del concepto Naturaleza de la materia; b) diseñar y aplicar una propuesta de enseñanza para el concepto naturaleza de la materia; c) caracterizar el aprendizaje del concepto naturaleza de la materia, logrado a partir de situaciones cotidianas basadas en la solución de problemas.

El anterior trabajo se tiene en cuenta porque la enseñanza de los conceptos científicos en el campo de la Química siempre ha traído dificultades, de forma generalizada en los docentes está el sentir que se trabajan conceptos abstractos de difícil explicación y, por ende, deficiente asimilación por parte de quienes lo reciben; por otra parte, está la posición de los estudiantes quienes ven en las ciencias poco interés, debido a su estigmatización al pensar que a éstas solo tienen posibilidad de acceder personas con ciertas capacidades "especiales", es decir, hombres o mujeres que tengan en su ideal ser científicos o pertenecer

a alguna comunidad de este tipo. Algunas de estas actitudes están influenciadas según (Kauderer, 1999, como se citó en Henao 2013, p 37). por aspectos generales tales como: la concepción de ciencia que tienen los profesores, la escasa interacción entre las concepciones de los alumnos y los contenidos científicos que los docentes enseñan y la influencia del medio sobre la enseñanza.

De igual forma Tenreiro Vieira y Márquez (2006) en su documento Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos (p. 452), quien en su problema de investigación desarrolló la utilización del trabajo de laboratorio para el desarrollo de capacidades de razonamiento en los estudiantes, asumiendo la importancia de proporcionar oportunidades de formación y apoyo a los profesores a fin de actuar sobre sus prácticas didáctico-pedagógicas, desarrollando un itinerario de formación para la investigación centrado en la utilización del trabajo de laboratorio desde una perspectiva que fomente tanto la construcción de conocimientos científicos como el desarrollo del pensamiento de los alumnos, concretamente del pensamiento crítico.

Por su parte Cáceres y Conejeros (2011), en el documento denominado: Efecto de un modelo de metodología centrada en el aprendizaje sobre el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la capacidad de resolución de problemas en estudiantes con talento académico, cuyo principal objetivo es el de Potenciar las capacidades de los jóvenes Chilenos, ofreciendo programas extracurriculares en las Universidad de Valparaiso, mediante el desarrollo de una serie de experimentos Relato y reflexión de una experiencia externa se seleccionó un total de 121 estudiantes de establecimientos escolares dependientes del sistema municipal de educación, Región de Valparaíso (Chile). La participación fue voluntaria, a través de autorización escrita a los investigadores. Debido a errores en los protocolos, a la imposibilidad de encuestar a algunos alumnos o la presencia de datos atípicos, sólo 104 sujetos conformaron la muestra final, que representa un 85.9% de la muestra original. Se pudo concluir que los estudiantes que participan del programa de enriquecimiento obtienen mejores resultados que los no participantes en las variables resolución de problemas y pensamiento crítico. También se aprecian diferencias

considerables en todos los niveles escolares. Distinto es cuando se comparan los resultados de creatividad, en este caso son los alumnos no participantes los que obtienen mejores resultados.

ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto investigativo surge por la necesidad de encontrar soluciones al bajo rendimiento académico que presentan los estudiantes de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón-Huila en el área de ciencias naturales, especialmente en la asignatura de física según los resultados de las pruebas externas, Saber 11, e internas con un programa de pruebas que se realizan regularmente a los estudiantes de la institución. En primer lugar, se tiene en cuenta la visión de los estudiantes quienes al ser indagados por los resultados obtenidos, manifiestan que una de las principales causas de su bajo desempeño, obedece a la poca relación de los conceptos que se le están enseñando en el salón de clases para la vida diaria; además los estudiantes manifiestan que no quieren continuar sus estudios en temas relacionados con las Ciencias Naturales; es importante resaltar que en los últimos tiempos el desarrollo de las Ciencias Naturales y la inclusión en procesos de evaluación Nacionales e Internacionales, ha demandado un mayor nivel de análisis crítico de los fenómenos físicos que nos rodean, siendo prioridad el dominio de los fundamentos teóricos y el entendimiento de cómo éstos se relacionan con el entorno. Como lo mencionan Pozo y Gómez (2006):

> El principal problema al que se enfrentan los alumnos, es la comprensión de los conceptos científicos, debido principalmente a las concepciones alternativas que resultan difíciles de modificar, es por lo anterior que cobra relevancia la presente investigación como propuesta para la modificación de esas concepciones arraigadas en los estudiantes, para conducir a un cambio cognitivo positivo. (p. 4).

Dentro del análisis que se ha venido realizando sobre la problemática presente en la institución, de la que se encontró consecuencia, lo manifestado por los estudiantes ha generado en los docentes una carga laboral y desmotivación dado que los estudiantes no saben dar respuesta en el momento de ser evaluados, los estudiantes de ciencias no aprehenden realmente el conocimiento que se les enseña, esto debido a muchos factores

entre los que se resaltan: Tamayo (2006) ‘‘la enseñanza en la escuela en lugar de ser divertida e interesante es frustrante para el estudiante’’ (p.10). Entendiendo que muchas de esas frustraciones se deben a la desconexión entre los conocimientos impartidos y su utilidad para la resolución de sus propios problemas diarios.

Es esta problemática es la que está generando muchos inconvenientes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y el eje central de la investigación que en adelante se trata. Teniendo en cuenta lo expuesto con antelación, la ciencia y el conocimiento escolar debería permitir a los estudiantes tener herramientas claras para poder interactuar con el mundo que los rodea, solo cuando una persona entiende el funcionamiento de algo, puede llegar a modificarlo y debería considerarse como objetivo supremo de la educación secundaria, el dotar a los estudiantes de información útil para poder revolucionar la sociedad.

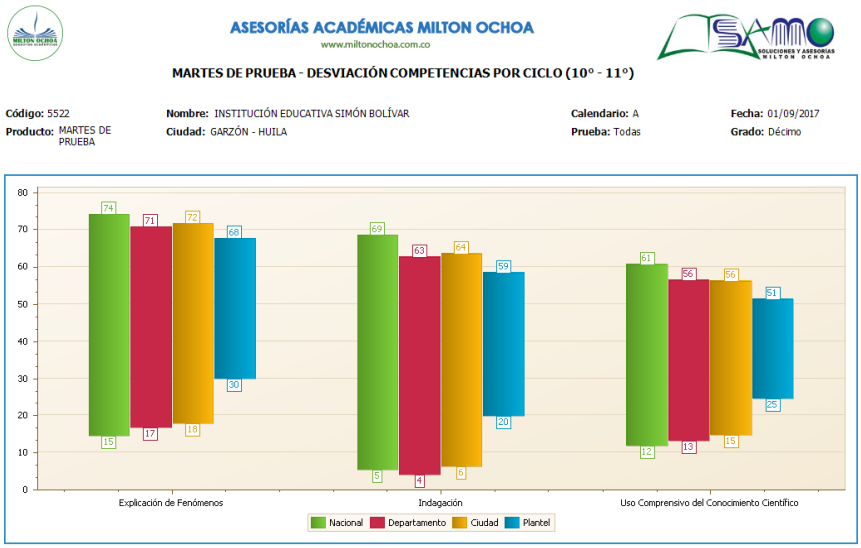
Dada la gran complejidad y lo amplio del campo de las ciencias Naturales, se decidió tomar como base para la investigación el concepto de Caída Libre identificando los modelos explicativos: Modelo Empirista, Modelo Básico y Modelo Teorizador, dado que es un fenómeno físico que todos los estudiantes han experimentado alguna vez y presenta gran dificultad a la hora de explicar los conceptos y al momento de dar respuesta a cuestionamientos como: *¿por qué caen los objetos?* Los requerimientos Institucionales y Nacionales, propenden por la identificación correcta de los fenómenos presentes en la vida cotidiana y de esta manera pueda dar solución a los problemas que se despliegan.

Es por lo expuesto anteriormente que se plantea la siguiente pregunta problemática, como punto de partida para el cambio de la situación: ***¿Cómo cambiar los modelos explicativos del concepto caída libre en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón-Huila, a través del acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar?***

JUSTIFICACIÓN

La propuesta oficial de este trabajo, corresponde al desarrollo de una unidad didáctica que busca cambiar los modelos explicativos del concepto caída libre en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón-Huila, a través del acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar. Esto con el fin de evaluar y hallar las causas las de los bajos resultados de los estudiantes en lo que corresponde al proceso de enseñanza y aprendizaje.

La institución lleva a cabo un proyecto pedagógico denominado “Entrenando para el Éxito”, programa encaminado a mejorar las aptitudes académicas de los estudiantes de la Institución, en el transcurso del programa se ha implementado una estrategia denominada “Martes de Prueba”, consistente en aplicar una serie de pruebas basadas en los estándares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional, donde se evalúan constantemente las competencias de los estudiantes y se generan reportes de este proceso. Como resultado de la implementación de dicho programa se obtuvieron los siguientes:



		NACIONAL		DEPARTAMENTO		MUNICPIO		PLANTEL	
MATERIA	COMPETENCIA	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv	Prom	Desv
Física	Explicación de Fenómenos	44,28	29,78	43,79	26,96	44,84	26,9	48,8	18,91
Física	Indagación	37	31,58	33,37	29,44	34,93	28,65	39,15	19,36
Física	Uso Comprensivo del Conocimiento Científico	36,31	24,45	34,81	21,64	35,52	20,69	37,88	13,38

Ilustración 1 Análisis de las competencias de estudiantes de grado décimo IE Simón Bolívar

En la gráfica anterior se observa que el promedio de las valoraciones de la institución se encuentra por debajo del promedio nacional en cada una de las tres competencias evaluadas: Explicación de Fenómenos, Indagación y Uso comprensivo del conocimiento científico.

Resultados que han llamado la atención, puesto que, se reconoce como se mencionó anteriormente que los estudiantes están presentando dificultades en lo que corresponde a lo académico; de estos resultados se tienen dos argumentos fundamentales , el primero es por parte de los docentes, quienes manifiestan que los estudiantes no se interesan por cumplir con los requerimientos de las asignaturas; el segundo, expuesto por los estudiantes, al especificar que no encuentran utilidad en los conocimientos que les imparten los docentes para sus vidas futuras.

Por lo tanto, como resultado de lo enmarcado anteriormente, es importante resaltar que con esta investigación se pretende impactar de forma positiva en las prácticas de aula desde tres momentos, a corto, mediano y largo plazo. En primer lugar, se implementará un proceso de indagación, que proporcionará una imagen de los modelos explicativos iniciales

que poseen los estudiantes, como lo refiere Bello (2004). “las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos’’ (p. 60). En este caso el concepto de caída libre, los cuales se deben trabajar para evidenciar un cambio, a mediano plazo la propuesta implementada de una unidad didáctica que permita desarrollarlo, teniendo en cuenta la intencionalidad de lograr el cambio en los modelos explicativos de los estudiantes, con la visión que a largo plazo se cree un modelo adaptable en la conceptualización de otras temáticas o conceptos dentro de cualquier área del conocimiento.

REFERENTE TEÓRICO

La caída de los cuerpos u objetos es algo que todos han experimentado en algún momento, pero no todos saben a qué se debe ni tampoco como explicarlo:

> Hasta el siglo XVI se creía que los objetos más pesados caían más rápido que los ligeros tal como lo había dicho Aristóteles 19 siglos antes. Galileo Galilei como profesor de Matemáticas en la Universidad de Pisa cuestionó las creencias de entonces. Arrojó dos objetos de diferente peso desde la torre inclinada de Pisa y mostró que caían al mismo tiempo. (Moreno, C. E. P., Moreno, Y. N. C., & Ruiz, J. L. 2008, p.15).

Realizando una revisión de la historia del concepto, se encuentra información como la siguiente:

> Fue Galileo, el primero que, contraviniendo aquellas ideas tradicionales, planteó el concepto de que, en ausencia de rozamiento, todos los cuerpos debían caer con la misma aceleración. En su obra "Diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano" (1632), encontramos un fragmento que utiliza un argumento muy curioso para defender este nuevo punto de vista. Dice la leyenda que Galileo también realizó un experimento en el que habría dejado caer desde la torre de Pisa dos cuerpos de masas diferentes y se habría comprobado que ambos llegaban juntos al suelo. Sin embargo, si el experimento se hubiera realizado en esas condiciones, no se habría obtenido este resultado. Para un trayecto largo, la influencia del rozamiento del aire resulta trascendente en la caída. Determina el valor de una velocidad límite que alcanzan los objetos que caen. En este caso esa velocidad límite habría sido diferente para cada cuerpo. (Alonso, S. F, p.2).

El movimiento de caída libre, se analiza dentro de la temática del Movimiento Rectilíneo, especialmente dentro del capítulo del Movimiento Uniformemente Acelerado (M.U.A.), donde la aceleración que experimenta el objeto en caída es constante, siendo la

misma para todos los cuerpos independientemente de cuáles sean su forma, material, masa y otras características físicas.

La aceleración en el movimiento de caída libre, se conoce como aceleración gravitatoria o simplemente gravedad y par los análisis físicos se ha asumido como 9,81 m/s². Para el análisis de los movimientos en caída libre, se desarrollan las siguientes fórmulas, que modelan el comportamiento de los objetos:

1. $Vf = Vo + g * t$
2. $t = (Vf - Vo)/g$
3. $Vf^2 = Vo^2 + 2 * g * h$

En este mismo orden de ideas, Alarcón (2012), puntualiza:

> Para Newton el estado natural de las cosas se regía por el principio de la inercia ya propuesto por Galileo, es decir la pregunta ya no era ¿por qué se mueven los objetos? sino ¿por qué cambia el movimiento los objetos? En la argumentación de Newton la fuerza es la causa del cambio del movimiento, es decir de la variación de la velocidad. Las leyes de la Física son universales; se razona igual la caída de un objeto al movimiento de los planetas, la base es la interacción entre los objetos. (p. 20)

De la misma manera, Newton consideraba clave el formalismo matemático y con sus planteamientos respondió a la pregunta ¿cuál es el estado de un objeto después de un determinado intervalo de tiempo? El objetivo de Newton era predecir, en otras palabras "before Newton´s time, the motion of things like the planets were a mystery, but after Newton there was complete understanding" (Feynman, 1977, p.1).

Todos los objetos del universo en el sistema de Newton, se atraen con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Los cuerpos caen hacia el centro de la Tierra siguiendo esta ley universal de la gravitación. Los objetos que caen cerca de la superficie de la tierra caen con una aceleración aproximadamente igual (y aproximadamente constante) porque su distancia al centro de la tierra es aproximadamente la misma y varía poco a lo largo de la caída.

Newton expresa la caída de los cuerpos cerca de la superficie tierra como una manifestación de la Ley de la Gravitación Universal que explica el movimiento de los planetas.

Teniendo en cuenta que el concepto de caída libre se enmarca dentro del análisis del movimiento de los cuerpos, una realidad que vivimos diariamente, se propone establecer una estrategia didáctica que propenda por el análisis de la problemática planteada en el proyecto de investigación, y genere un cambio en el proceso conceptual escolar que es principalmente crítico en el contexto escolar de la secundaria.

Campanario y Otero (2000) mencionan que: *''*El aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos es una tarea con un índice de fracaso elevado, es una afirmación que difícilmente puede sorprender a los investigadores y profesores de ciencias*''* (p. 156), esta es una realidad que afecta el ambiente escolar en general, que pasa a ser la razón por la cual se emprende la realización de actividades que propendan mejorar el panorama académico en las Instituciones Educativas. Por esta razón, a través de los estudios científicos ya realizados, el objetivo es hallar respuestas a preguntas relacionadas con el proceso de aprendizaje en los estudiantes; dentro de estas premisas se establece, ¿Cuándo se logra el aprendizaje? Obteniendo como resultado investigativo, que el aprendizaje se logra cuando se construyen nuevos significados, como lo específica Barriga y Rojas (2002), cuando se retroalimentan los conocimientos previos, introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos (p. 83).

Proceso que si se lleva a cabo correctamente, permitirá al estudiante ampliar el esquema de significado y conceptos, es decir, lo llevará a construir un conocimiento desarrollado y ajustado por sí mismo en colaboración con el entorno. Expresado por Moreira (1997) ‘‘Una buena enseñanza debe ser constructivista, promover el cambio conceptual y facilitar el aprendizaje’’ (p.1). De igual forma, y considerando las premisas a resolver, surge la pregunta, ¿Cómo se evidencia el aprendizaje? A lo que precisa, Moreira (1997) el aprendizaje y conocimiento se evidencia, en el momento en el que la persona es capaz de

explicar y hacer previsiones sobre tal sistema (p. 12), eso es sin duda, evidencia de un aprendizaje, debido a que, si hay un dominio y manejo del conocimiento, permitirá, en este caso al estudiante, dar un punto de partida sobre determinada temática y más que ello, un argumento lógico y coherente, logrando convencer a través de su razonamiento.

Sin embargo, si se remite al contexto real estos conceptos, es posible decir que no se llevan a cabo en su totalidad, ya que, es visto que los estudiantes presentan manifestaciones de desmotivación hacia el aprendizaje, principalmente, por no encontrar un desarrollo significativo de los conceptos que trata de enseñar el docente, puesto que no siempre lo relacionan con las problemáticas y situaciones que se presentan a su alrededor.

Se hace necesario entonces promover el desarrollo de actividades que despierten el interés de los estudiantes y mejoren sus capacidades mentales especialmente en la resolución de problemas y situaciones de la vida real, utilizando para ello las herramientas cognitivas que aprenden dentro del desarrollo de sus clases de ciencias. Tenreiro y Marques (2006) plantean que:

> "El formato investigativo, al colocar a los alumnos delante de problemas o situaciones problema, no provistas de protocolos preestablecidos, exige al alumno la propuesta de estrategias posibles de resolución; la explicitación de los procedimientos a usar, del tipo de datos a recoger y la forma en la que los va a registrar; la ejecución de los procedimientos de investigación identificados; la interpretación de los datos recogidos, el contraste de los datos obtenidos con la situación-problema de partida, con vista a la toma de decisiones sobre las respuestas adecuadas; y la discusión de la validez de las respuestas" (p.454)

Es así que surge la necesidad de desarrollar o potenciar las capacidades de los estudiantes, con el interés de que actúen como mediadores entre la escuela, sus presaberes[1],

[1] Osborne y Wittrock resumen la posición de los investigadores sobre ideas previas de los alumnos cuando afirman que «los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen» (1983, p. 16).

sus intereses y el conocimiento científico. Cuando se habla de conocimiento científico, se hace referencia, a la capacidad que alcanza el estudiante a través de la práctica académica, de sustentar su argumento con aportes teóricos científicos, producidos por la investigación de carácter verificable, que hayan aportado al crecimiento y cambio social.

Los modelos explicativos del concepto de caída libre, planteados y aplicados dentro de la investigación se clasifican en tres: Modelo Empirista, Básico y Teorizador; estructurados de forma jerárquica como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Modelo Explicativo	**Características**
Modelo Empirista	• Se presenta un lenguaje cotidiano • No utiliza conceptos físicos o los utiliza incorrectamente. • Describe el movimiento utilizando ejemplos cotidianos
Modelo Básico	• Describe el movimiento utilizando conceptos físicos de forma adecuada. • Explica causas y consecuencias basado en datos. • Entiende y grafica las situaciones presentadas. • Utiliza los datos para la solución de problemas básicos.
Modelo Teorizador	• Elabora modelos que dan cuenta de situaciones cotidianas. • Argumenta sus opiniones con datos científicos • Presenta ecuaciones que modelan una situación y realiza el análisis de la misma. • Interpreta y analiza datos de ejercicios experimentales.

Tabla 1 Modelos explicativos

Como se observa en el cuadro anterior, el primer modelo explicativo **Modelo Empirista**, se enfoca principalmente en dar una explicación del nivel bajo de los estudiantes, caracterizada por un vocabulario común donde no se establece una razón

argumentada del fenómeno, puesto que, se basa del conocimiento que ellos han adquirido a través de la experiencia, como la observación y la escucha; de estos se destaca principalmente el habla de los estudiantes, ya que, como lo dice, Hernández (s. f.) se caracteriza por ser un lenguaje cotidiano o coloquial juvenil, que es aquella expresión lingüística popular espontanea, que con frecuencia se utiliza. Así mismo, se reitera que muchos de las expresiones utilizadas por el estudiante son utilizados de forma incorrecta en relación al fenómeno de Caída Libre. Respecto al segundo modelo explicativo **Modelo Básico,** se comprende como la fase intermedia donde el estudiante tiene un progreso frente a la descripción y manejo de los conceptos, comprende los fenómenos y propone ideas relevantes para la solución de problemas presentes en las actividades o prácticas. El progreso del estudiante se debe a la metodología de los modelos explicativos, pues como se mencionó, se caracteriza por la línea del conocimiento cotidiano al escolar, en este modelo el estudiante menciona adecuadamente los conceptos relacionados con el fenómeno de caída libre, analiza las fórmulas e identifica cada una de las variables para su posterior uso en la resolución de problemas o ejercicios prácticos.

Por último, el modelo explicativo **Modelo Teorizador**, se expone como la fase final a la que llega el estudiante; donde se puede evidenciar un cambio conceptual por la apropiación de los conceptos y el manejo que se le da a los mismos, permitiéndole de esta manera aportar explicaciones lógicas de las eventualidades cotidianas, realizando aportes argumentados desde sus conocimientos escolares, logrando de esta manera interpretar y analizar de forma coherente lo que sucede en sus diferentes contextos.
La unidad didáctica, al ser aplicada en su respectivo orden, permite que el estudiante logre finalmente evolucionar conceptualmente, permitiéndole a este comprender, analizar y dar respuesta a las teorías y acontecimientos del contexto cotidiano llevando su análisis al conocimiento escolar.

Uno de los objetivos del proyecto es el fortalecimiento de los modelos explicativos acerca del concepto de caída libre, teniendo en cuenta la perspectiva de Pozo (2000), para

que se produzca un cambio en los conceptos, se debe generar paralelamente modificaciones en:

El dominio de los fenómenos explicativos, la Naturaleza de las explicaciones aceptadas y los conceptos individuales que constituyen el centro de la teoría.

Bajo esta visión, se debe trabajar desde las preconcepciones del estudiante para realizar la movilización hacia un dominio conceptual que dé cuenta del fenómeno observado y pueda conjeturar alrededor del mismo con un lenguaje que incluya aspectos concretos y centrales de la explicación teórica.

De la misma manera, desde la visión de Tamayo y Sanmartí (s.f.), establece cinco claves para identificar un cambio conceptual positivo dentro de la enseñanza de las ciencias: 1. Los estudiantes autoaprenden, 2. Se debe hacer un analisis del cambio conceptual desde multiples perspectivas que involucren la filosofía de las ciencias, la lingüística, la didactica entre otras, 3. El proceso congnitivo de los estudiantes se evidencia a partir de procesos verbales y no verbales prfundos, 4. El lenguaje y la cultura es fundamental para el cambio conceptual y 5 . el proceso de cambio conceptual debe ser conciente y controlado.

El proyecto se despliega teniendo en cuenta a Sanchez y Valcarcel (1993), sobre la planificación que debe desarrollarse para llevar a cabo el proceso enseñanza y aprendizaje (p. 34), tratando en todo momento de realizar una transformación en los estudiantes; así mismo, Campanario y Otero, (2000), partiendo de los conocimientos previos como base fundamental para la construcción del conocimiento (p. 156).

Se decide utilizar la Unidad Didáctica como herramienta fundamental de integración, Tamayo (2013), define la Unidad Didáctica como un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico (p. 122), para con ellos construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada y es precisamente apoyado en este concepto de unidad didáctica, diseñada para manejar el concepto de caída libre, que se pretende motivar a los alumnos y de esta manera mejorar

sus capacidades académicas y críticas a la hora de identificar en su entorno el fenómeno y analizarlo en un contexto escolar.

Es así como se implementará una unidad didáctica para desarrollar una serie de actividades que propendan por el cumplimiento de los objetivos de forma que lleven al estudiante a mejorar su proceso de aprendizaje y en consecuencia se mejore sustancialmente su percepción hacia la ciencia escolar. Es importante resaltar que para el desarrollo del presente proyecto, se utilizarán las herramientas TIC como elementos integradores y lenguaje de comunicación entre los estudiantes y el docente, buscando establecer escenarios donde los estudiantes se sientan tranquilos y seguros.

El desarrollo del proceso, se dividirá en 3 momentos:

- ✓ Exploración de conocimientos previos. En esta etapa se realizará un video en el que los estudiantes explican con sus propias palabras, mediante un formato de entrevista, lo que conoce, entiende con respecto al tema movimiento de caída libre.
- ✓ Desarrollo de actividades y experiencias que reenfocan el preconcepto y contribuyen a la formación de un conocimiento escolar mediante el cual se puede modelar, interpretar y según sea el caso, solucionar un ejercicio propuesto o situación de la vida práctica.
- ✓ Conclusiones y cierre, donde el estudiante mediante la elaboración de un videoclip, expresa y reconoce el cambio conceptual respecto al tema de caída libre, además el estudiante debe representar mediante una situación cotidiana, los conceptos aprendidos y desde allí modelar y dar una solución.

La estructura de la unidad didáctica sigue los lineamientos que se describen a continuación:

1. Indagación de modelos explicativos iniciales
2. Revisión de la Historia del concepto.
3. Desarrollo de actividades prácticas.
4. Metacognición, registro de apreciaciones y preguntas metacognitivas.
5. Apoyo con elementos audiovisuales.
6. Cuestionario de verificación de aprendizaje.

OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Lograr un cambio en los modelos explicativos sobre el concepto caída libre, desde la unidad didáctica, desarrollada con estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón-Huila, a través del acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Indagar los modelos explicativos que poseen los estudiantes sobre el concepto caída libre, antes de implementar la unidad didáctica.
- Promover el mejoramiento en los modelos explicativos del concepto caída libre a través de la intervención en el aula y de la implementación de una unidad didáctica.
- Identificar el cambio de los modelos explicativos en los estudiantes sobre el concepto de caída libre, como resultado del desarrollo de la unidad didáctica.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la propuesta investigativa, se tuvo como referente la investigación cualitativa, ya que, ésta es comprendida como Quecedo y Castaño (2002), una estrategia flexible en cuanto al modo de conducir los estudios. Se siguen lineamientos orientadores, pero no reglas. Los métodos están al servicio del investigador; el investigador no está supeditado a un procedimiento o técnica (p. 9), permitiendo con esto, identificar las problemáticas educativas señaladas, con el fin, de diagnosticar y presentar propuestas alternativas, para los posibles cambios relacionados con los conocimientos y experiencias generados por los modelos explicativos del concepto caída libre.

1.2 Enfoque metodológico

Para el desarrollo de la investigación se realizó un estudio cualitativo descriptivo, en el que se identificaron los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto de caída libre y se evaluó la unidad didáctica implementada como estrategia para mejorar dichos modelos respecto al concepto abordado. Para cumplir el propósito señalado anteriormente se diseñaron y aplicaron varias actividades que permitieron promover en los estudiantes el avance en los modelos explicativos del concepto caída libre.

Tipo de estudio

El tipo de estudio en el que se apoya esta investigación, se relaciona con los estudios explicativos, Sierra (2012), ya que, esta metodología permite que el investigador experimente un determinado fenómeno, con el fin de buscar explicaciones a los hechos (p. 11). Metodología que se llevó a cabo en la investigación, por el acercamiento que se tuvo con la población estudiada y las estrategias experimentales analíticas que se utilizaron para

determinar los niveles de los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto caída libre en el área de física.

1.3 Diseño metodológico

El siguiente diagrama sintetiza la metodología utilizada en la investigación:

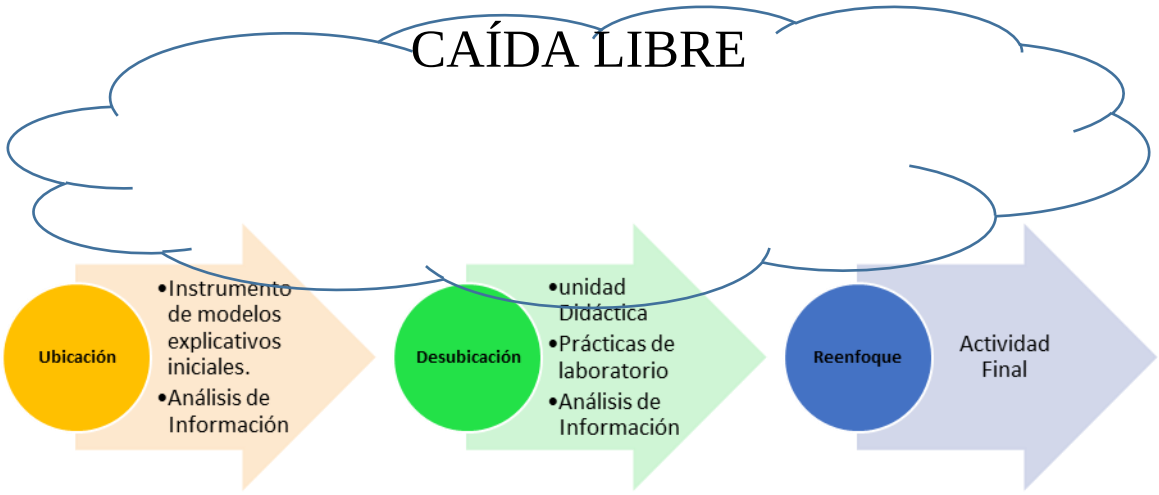


Ilustración 2 Metodología De la investigación

Como se propone en el esquema, el diseño metodológico aborda la solución del problema investigativo a partir de tres momentos, ubicación, desubicación y reenfoque, mediante los cuales se pretende que se realice un cambio conceptual del estudiante, inicialmente se recolecta y analiza información sobre los modelos explicativos iniciales del estudiante, que permitirá identificar estos mismo en los educandos. Los datos recolectados mediante la aplicación del instrumento de modelos explicativos iniciales, servirán para diseñar las actividades de la unidad didáctica y para contrastar al final del proceso y evidenciar el cambio conceptual.

En el momento de desubicación, se desarrolla la unidad didáctica con las actividades diseñadas para potenciar el aprendizaje de los alumnos como se propuso en los objetivos, se desarrollan algunas prácticas de laboratorio y se analizan los datos recolectados, para que en el momento de reenfoque, el estudiante desarrolle una actividad de su interés donde se evidencie el movimiento de caída libre y se realice el análisis desde la conceptualización teórica. Con esta actividad se evaluará el cambio de los modelos explicativos del concepto caída libre en el estudiante, verificando si hay una correcta aplicación del modelo teórico e interpretación de la simbología.

Unidad de Trabajo

El desarrollo del presente proyecto se realiza en la Institución Educativa Simón Bolívar, establecimiento educativo del sector oficial, que cuenta con 6 sedes donde se encuentran desde el grado primero de primaria hasta el grado once de educación media, es importante resaltar que la Institución cuenta con varias modalidades técnicas entre ellas la modalidad técnica en Sistemas, en articulación con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

El plantel educativo se encuentra ubicado en el Municipio de Garzón en el centro del departamento del Huila, cuenta con una población urbana de aproximadamente 45.000 habitantes y 45.000 en el sector rural. Los estudiantes adscritos al plantel, pertenecen a estratos socioeconómicos 1, 2 y 3.

La investigación se desarrolló con estudiantes de grado décimo de la Jornada de la tarde pertenecientes a la modalidad técnica en sistemas, son 32 educandos que se encuentran entre los 14 y 18 años de edad. En cuanto a la unidad de trabajo respecto a la investigación, se especifica que esta se abordó desde cuatro fases:

- Aplicación de cuestionario inicial.
- Implementación y desarrollo de la unidad didáctica.
- Aplicación de cuestionario final.
- Análisis y discusión de los datos recolectados.

Unidad de Análisis

Modelos explicativos y aprendizaje del concepto caída libre a través del acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar de los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón, Huila.

Técnica	Instrumento
Revisión bibliográfica: Se logró con esta técnica, hallar documentos científicos ya publicados, que se utilizaron como estrategia de análisis y de fundamento para el objeto investigado: Artículos científicos, Trabajo de grado, Tesis.	Se utilizó la internet como fuente principal para la búsqueda documental investigativa: Google Chrome, Google Académico como buscadores y como bases de datos: Redalyc, Dialnet, SciELO.
Observación y cuestionario: esta técnica permite un mayor acercamiento del investigador a los estudiantes, y con ello, se logra afianzar y obtener la información necesaria para el análisis de la problemática señalada.	Instrumento de modelos explicativos iniciales: Fue un instrumento primordial para la investigación, debido a que se contextualizó y se relacionaron los resultados de los cuestionarios elaborados por los estudiantes, con la teoría escrita en el proyecto.
Unidad Didáctica:	Actividades diseñadas para fortalecer el aprendizaje y los modelos explicativos del concepto caída libre en los estudiantes.
Finalmente, para establecer el conocimiento que tienen los estudiantes con respecto al concepto de caída libre, se propone que los estudiantes, a través del desarrollo de una experiencia sencilla con los elementos de su entorno y con el desarrollo del cuestionario final, expresen sus modelos conceptuales luego de la intervención didáctica realizada.	

Tabla 2 Técnicas e instrumentos para recolectar información

1.4 Plan de análisis

Dada la problemática objeto de la presente investigación, se abordan tres categorías: Modelos explicativos, caída libre, conocimiento científico - conocimiento escolar.

La categoría Caída Libre, se asume como interviniente.

CATEGORÍAS	***SUBCATEGORÍAS***	***AUTORES DE REFERENCIA***	***INSTRUMENTO***
Modelos explicativos *Caída libre*	*Modelo Empirista* *Modelo Básico*	*Oscar Eugenio Tamayo* *Neus Sanmartí* *Manuel Alonso Sanchez*	• *Unidad didáctica* • *Contrastación de datos* • *Cuestionario inicial y final*
Conocimiento Científico y conocimiento escolar	*Modelo Teorizador*	*Carmen Alicia Martínez Rivera* *Jose Ignacio Pozo Municio* *Miguel Angel Gómez Crespo*	• *Videoclip, final donde el estudiante propone un modelo y realiza el análisis teórico.* • *Cuestionario Inicial y final*

Tabla 3 Categorías de investigación

1.5 Propuesta de organización de la información

Para facilitar el manejo de la información recolectada en el instrumento de indagación de modelos explicativos iniciales, se utilizó una matriz donde se recopiló la información de los cuestionarios y actividades aplicadas a los estudiantes, para su análisis.

De tal forma, el formato de matriz propuesto se bosqueja a continuación:

Categoría /Pregunta Cuestionario	***Avance en los modelos explicativos***	***Conocimiento científico y conocimiento escolar***	***Concepto de caída libre***
Por qué caen los objetos al soltarlos?			
Hay alguna diferencia con lo que creíste que pasaría?			
Por qué sucede esto?			
Qué pasaría si hiciéramos el mismo experimento en la luna?			

Cambiarían los resultados?			
Qué pasaría si se dejara caer un objeto muy liviano, como una pluma?			
Has escuchado sobre la gravedad? Relata lo que has escuchado			

Tabla 4 Matriz análisis de modelos explicativos iniciales

RESULTADOS

De acuerdo con los instrumentos aplicados, cuestionario y observación en relación con el propósito de la investigación, se procede a realizar el análisis de la información obtenida, la cual se asociará sobre tres momentos: Ubicación, desubicación y reenfoque, con lo que se busca analizar bajo los parámetros de los modelos explicativos, si los estudiantes muestran algún cambio conceptual desde los modelos explicativos iniciales y movilicen a los nuevos conocimientos para llegar al aprendizaje del concepto abordado.

Los instrumentos desarrollados por los estudiantes, se aplican a través de una unidad didáctica la cual permitió el desarrollo de las actividades y el control de las mismas en tres momentos, a saber:

1.6 Momento Ubicación

En el desarrollo del primer momento, ubicación, se busca que el estudiante exponga de una manera sencilla y clara sus pre saberes acerca del concepto de caída libre a través del desarrollo de la guía de indagación de modelos explicativos iniciales. Este instrumento está diseñado de forma tal que el estudiante al desarrollar la actividad respondiendo las preguntas planteadas, se cuestione y dé respuesta desde su conocimiento actual, sin haber tenido acercamiento formal al tema.

1.6.1 Instrumento 1

A continuación se realizará el análisis de las respuestas presentadas por los estudiantes en los instrumentos de modelos explicativos iniciales, se realizará una agrupación de las respuestas tratando de enmarcarlas dentro de un modelo explicativo para de esta manera poder hacer un diagnóstico inicial del grupo.

Categoría /Pregunta Cuestionario	***Avance en los modelos explicativos***	***Conocimiento científico y conocimiento escolar***	***Concepto de caída libre***
Por qué caen los objetos al soltarlos?	E7"*No, debido a que la gravedad es igual para ambos entonces el tamaño no es importante, el resultado será igual"*	E5"*al tomar el cuaderno y un lápiz cae primero el cuaderno ya que el cuaderno tiene más peso"*	E2" *Por la gravedad"*
Hay alguna diferencia con lo que creíste que pasaría?	E3"*Si hay diferencia porque cayeron los 2 al mismo tiempo"*		
Por qué sucede esto?	E3 *"por la gravedad"*		
Qué pasaría si hiciéramos el mismo experimento en la luna?		E7"*los objetos no caerían debido a que hay poca gravedad"*	
Cambiarían los resultados?			E14 *"sí, porque la gravedad hace que no caiga sino que floten"*

Qué pasaría si se dejara caer un objeto muy liviano, como una pluma?	E22”*simplemente caería en un movimiento poco constante ya que bajaría de lado a lado con una velocidad menor a un nobjeto más pesado un ejemplo el borrador”*		
Has escuchado sobre la gravedad? Relata lo que has escuchado		E22”*la gravedad, es una especie de forma en que los objetos caen sin sostenerse a nada, o pueden moverse pero depende del peso.”* *E23 “la gravedad es lo que nos permite que estemos en contacto con la tierra, la gravedad es la fuerza que atrae todas las cosas hacia el sentro, sin gravedad*	E15 *“es un fenómeno que atrae a los objetos entre sí”*

		estaríamos flotando”	

Tabla 5 Análisis de las respuestas de los estudiantes en el instrumento de indagación de modelos explicativos iniciales

a. Toma dos objetos de diferente tamaño y peso y responde las siguientes preguntas

Si dejas caer los dos objetos al mismo tiempo, ¿cuál caerá primero? ¿Por qué crees eso?

A las respuestas dadas por los estudiantes ante el cuestionamiento realizado, se puede inferir que el 61% de esta población, aciertan, que al lanzarse dos objetos al mismo tiempo, estos caerán igual, lo anterior comprendido como una hipótesis, debido que, el estudiante no ha realizado tal acción; estos estudiantes se apoyaron de algunos argumentos como: E1 ‘‘*Los dos cuerpos caen al mismo tiempo porque el tamaño no importa, importa más la masa’’*, E2 *‘‘Van a caer igual por la gravedad’’.*

Lo anterior evidencia que algunos estudiantes poseen nociones de caída libre y en lo que corresponde a los modelos explicativos, se clasifican en el modelo básico, dado que, describen el movimiento de los cuerpos utilizando conceptos físicos de forma adecuada. Sin embargo, muestran algunas confusiones con la misma, ya que, se comprende que en el momento de la caída del objeto no infiere ni la masa, ni el tamaño; lo contrario a la segunda premisa, donde se asegura, que si los cuerpos caen al mismo tiempo, es por la fuerza de gravedad, siendo esta la respuesta correcta.

El 39% restante de los mismos, se muestran en contraposición a esta conclusión, cuando aseguran que al lanzar dos objetos al mismo tiempo, es imposible que lleguen igual, debido a que, en el momento de la caída, el objeto de mayor masa caerá primero; justificando la respuesta con los siguientes argumentos: E10*‘‘un objeto es más pesado que el otro’’*, E6*‘‘cae primero el de mayor peso debido a que la masa, aumenta su velocidad’’*, E8 *‘‘El*

cuaderno tiene más peso que el lápiz''. En este sentido, se deduce que el estudiante trata de dar una explicación al fenómeno formulando hipótesis con base en argumentos erróneos.

Es posible afirmar lo anterior, visto que, el mayor porcentaje de los estudiantes parten de lo correcto. Además de la falta de conocimiento, se evidencia que este grupo de estudiante se identifican con el modelo explicativo empirista, a causa de que utilizan conceptos físicos incorrectamente, así mismo, describen el movimiento del objeto utilizando ejemplos cotidianos.

A continuación en el cuestionario se formula la siguiente pregunta, que busca identificar en los estudiantes la apropiación conceptual en las variables relacionadas con el tema como son masa y peso.

b. ¿Crees que el tamaño del objeto influye en el resultado? Indica ¿por qué crees eso?

Respecto a la 2 pregunta, que es una secuencia de la primera, se quiere dar a conocer la propiedad que tiene el estudiante frente al tema, asimismo, frente a lo que respondió anteriormente; de esto se halla que el 30% de esta misma población de estudiantes aseguran que el tamaño del objeto si influye en el momento de la caída, asegurando, que esto se debe principalmente al peso del material y a la fuerza de lanzamiento del objeto, es decir, con lo anterior analizado, este grupo de estudiantes siguen identificados en el modelo empirista, al confundir la relación de caída libre, con la masa del objeto.

Por otra parte, con un 70%, los estudiantes indican que el tamaño no tiene nada que ver con la caída del objeto, ya que, tienen claro, qué es y porque se presenta este fenómeno. Se mantienen con la postura, que los cuerpos caen con la misma velocidad, sin importar el tamaño o el peso, precisando que la fuerza de gravedad es igual para ambos cuerpos.

Del resultado primero al segundo, se infiere una variaron en las respuestas, a causa de que, hubo una disminución en el porcentaje de estudiantes que aseguraron que en la caída

de los cuerpos, implica la masa, en otras palabras, estos estudiantes no tienen clara la temática ni los argumentos, al no mantenerse en la primera posición. En lo que concierne a los modelos explicativos, se establece que este 70% de estudiantes, aciertan en el modelo básico, al manejar con propiedad la situación y los datos, no obstante, hay que tener en cuenta que el 9% de este resultado, se contradijeron al responder la primera y segunda pregunta.

1. Levántalos lo más alto que puedas, uno en cada mano, luego verifica que los dos se encuentren a la misma altura.
2. Cuando estés listo(a), deja caer los dos objetos al mismo tiempo.

¡Ahora vamos a ver qué sucedió!

Responde en tu cuaderno.

¿Por qué caen los objetos al soltarlos?

En esta parte del cuestionario, se pasa de la suposición a la comprobación, pues el estudiante ya realizó el ejercicio, por ende, el 82% de los estudiantes que practicaron la actividad, aseguraron que los objetos caen al soltarlos, por la fuerza de gravedad, se muestra también con un 14% de estudiantes que indican que esta caída se debe a la fuerza con la que se lanza el objeto. *"Porque nada lo sostiene"* fue a la última conclusión que se llegó con un 4% de los indagados. Por consiguiente, se deduce que gran parte de la población de estudiantes se ubican en el modelo básico, al comprender y analizar porque se presenta esta situación, sin justificar utilizando correctamente los conceptos involucrados. En la siguiente pregunta se pretende que el estudiante haga una revisión experimental de su hipótesis.

¿Cuál de los objetos cayó primero?

Al estudiante realizar el ejercicio como tal de la caída de los cuerpos, se presenta una diferencia de 18% en las respuestas, puesto que, el 59% de los mismos especifican que los cuerpos caen al mismo tiempo, y el 41% indican que un cuerpo cae primeo que el otro, lo cual, permite en el análisis, identificar un error en el momento de realizar el ejercicio, ya que, no tuvo por qué dar este resultado, teniendo en cuenta, que lo correcto es que los

cuerpos caigan al mismo tiempo, claro está, que puede haber una variación en la caída del objeto, que son algunos cuerpos que producen resistencia del aire, como las hojas de papel abiertas entre otras; que probablemente fue con lo que realizaron el ejercicio este grupo de estudiantes. Así mismo se identifica, que un estudiante no realizó la actividad.

¿Hay alguna diferencia con lo que creíste que pasaría?

El 74% de los estudiantes indican que no encontraron ninguna diferencia con lo que creían que iba a pasar, dado que, la opinión sigue siendo la misma, ambos objetos caen a la vez; lo contrario del 26% que aseguraron encontrar un cambio de lo que creían que iba a pasar con lo que sucedió, especifican que no imaginaron que un objeto cayera primero que el otro, diferente de la segunda premisa ‘‘No pensé que los dos cayeran al mismo tiempo’’.

Notándose con estos resultados que los estudiantes al momento de realizar la práctica, se enfocan en el modelo empirista, pues no manejan una claridad en lo que dicen de una respuesta a la otra, se contradicen y utilizan mal la información, teniendo en cuenta que cada pregunta lleva una secuencia, la cual el estudiante interrumpe por confusiones, se está viendo variación en los porcentajes, variación que no debería presentarse si el estudiante tuviera clara la teoría y la práctica realizada.

El 41% de estudiantes respondieron en la anterior pregunta que un objeto cae primero que el otro, y en esta pregunta que se busca ratificar lo expuesta por el mismo, solo el 13% indica que un objeto cae y después el otro, lo que significa que el estudiante no tiene claridad ni manejo de la temática.

¿Por qué sucede esto?

Respecto al por qué sucede este fenómeno (caída de los objetos) los estudiantes indicaron lo siguiente: 65% por la fuerza de gravedad, por otra parte el 22% de los estudiantes no entienden por qué pasa esto, el 9% aclaran que es por la fuerza con que se lanza y el 4 % restante especifica que es por la velocidad. Se presenta nuevamente una variación en las respuestas, ya que, anteriormente el 82% de estudiantes habían indicado

que esto se presentaba por la gravedad y ahora es el 65%, es decir se encuentra una diferencia de 17%, lo que corrobora que los estudiantes tienen conocimientos previos en relación con el concepto, pero se quedan cortos a la hora de argumentar las razones por las que se presenta la caída de los objetos, hay una desconexión cuando se es capaz de hablar el lenguaje de la ciencia, las representaciones internas del mundo se corresponden con aquéllas que da la ciencia erudita (Lemke, 1997).

¿Qué pasaría si hiciéramos el mismo experimento en la luna?

Los estudiantes exponen que al realizar esta práctica en la luna, los objetos caería con menor velocidad 44%; por otra parte, los objetos quedarían flotando en el espacio 26%, así mismo, los objetos caerían al mismo tiempo 17%. Y un 4% de esta población de estudiantes aseguran que no tienen conocimiento de lo que podría ocurrir.

¿Cambiarían los resultados?

Teniendo en cuenta la secuencia de la pregunta anterior, se buscó que el estudiante se mantuviera en su afirmación, respecto a lo que corresponde con la fuerza gravitacional de la luna, y de esto se obtuvo: el 82% de los estudiantes confirman que si se puede presentar un cambio, debido a que los objetos quedarían flotando en el espacio, mostrando que este grupo de estudiantes entiende y grafica las situaciones presentadas; lo que significa que se encuentra en un nivel básico, dentro de los modelos explicativos.

Lo contrario al siguiente 9%, que aseguran que los resultados no van a presentar ningún cambio, sin embargo, lo especifican sin ninguna argumentación; y finalmente el 9% restante de la población, declaran que no saben nada sobre esta temática y por ende, no podría dar una hipótesis, a lo que conduce, que por esta falta de información y entendimiento, no se logran ubicar ni en el nivel inicial de los mismos modelos explicativos establecidos para este estudio investigativo.

¿Qué pasaría si dejara caer un objeto muy liviano, como una pluma?

Como lo manifiesta, Alonso (SF) un grupo de científicos de la Universidad de Stanford, coordinado por el físico Achim Peters, determinó la aceleración de caída en el campo gravitatorio terrestre con una precisión de tres partes en mil millones. Donde además se resalta que todos los cuerpos caen con la misma aceleración sin importar el peso o la masa de un objeto, si se lanzan dos al mismo tiempo, estos caerán igual, debido a la gravedad, sin embargo, se debe tener en cuenta, que existe una única manera en que este resultado pueda variar, la resistencia del aire, resistencia que puede ser provocada por algunos objetos como: una hoja abierta o una pluma.

Por ende, se realizó el análisis de este procedimiento argumentado por los estudiantes, con el fin de conocer lo que comprenden del tema. De estos resultados se encuentra que el 69% de los mismos, expresan que la pluma se tardaría en caer; el 13% afirman que la pluma caería más rápido; lo contrario al 9% de estudiantes que indican que la pluma se mantendría constante en el aire; y el resto de estudiantes 9%, se justifican que no saben de qué se está hablando.

¿Has escuchado sobre la gravedad?, relata lo que has escuchado.

En esta pregunta, el objetivo evidentemente es conocer en el estudiante, los saberes que posee frente a la temática, y de esto se infirió que: La fuerza de gravedad es la fuerza de atracción de un objeto hacia el núcleo terrestre 56%.

El 31% de esta población de estudiantes afirman no haber escuchado sobre este tema, lo cual, pone en duda si en realidad el estudiante prestó atención a lo que la pregunta quería decir, ya que, se ha llevó un proceso de teoría y práctica sobre la fuerza de gravedad, que cada estudiante realizó. Finalmente se obtuvo un 4%, donde confirman que es la caída libre de un objeto. Mostrando con estos resultados que el 56% de esta comunidad, tiene claridad de lo que significa esta palabra, es decir, están en un nivel básico, y el resto de población muestra la incomprensión o falta de atención del mismo.

1.7 Momento de Desubicación

Luego de realizar el proceso de indagación de modelos explicativos iniciales y con la información recopilada hasta el momento se aplicó la segunda parte de la unidad didáctica correspondiente al momento de Desubicación, donde se lleva al estudiante por un proceso de acercamiento al conocimiento teórico desde la historia, los modelos científicos para posteriormente acercarlos a una práctica de laboratorio donde podrán verificar los conocimientos expuestos.

A continuación se realizará el análisis de la información recopilada en el desarrollo de esta segunda actividad.

Instrumento 2

Momento de desubicación: Instrumento 2, Análisis del fenómeno desde el conocimiento escolar

Antes de iniciar

Fue Galileo, el primero que, contraviniendo aquellas ideas tradicionales, planteó el concepto en su obra "Diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano" (1632) encontramos un fragmento que utiliza un argumento muy curioso para defender este nuevo punto de vista. de que, en ausencia de rozamiento, todos los cuerpos debían caer con la misma aceleración. Dice la leyenda que Galileo también realizó un experimento en el que habría dejado caer desde la torre de Pisa dos cuerpos de masas diferentes y se habría comprobado que ambos llegaban juntos al suelo. Sin embargo, si el experimento se hubiera realizado en esas condiciones, no se habría obtenido este resultado. Para un trayecto largo, la influencia del rozamiento del aire resulta trascendente en la caída. Teniendo en cuanta lo anterior expuesto, sobre la caída de los cuerpos, determina el valor de una velocidad límite que alcanzan los objetos que caen. En este caso esa velocidad límite habría sido diferente para cada cuerpo.

Tomado de, Estudios sobre la caída de los cuerpos (Moreno, C. E. P., Moreno, Y. N. C., & Ruiz, J. L. 2008)

Fragmento del libro *"Diálogos sobre los temas máximos del mundo" Escrito por Galileo.*

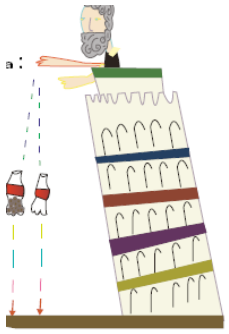
> ***Salviati**: Aristóteles dice "Mientras una bola de hierro de cien libras llega al suelo cayendo desde una altura de cien brazas otra bola de una libra apenas ha recorrido una braza." Yo digo que ambas llegan al mismo tiempo; haced vos mismo la experiencia y constataréis que, tanto que si caen de una altura de 50 como de100 brazas, ambas tocan el suelo a la vez... Pero incluso sin realizar la experiencia puede probarse claramente, por una demostración sencilla y concluyente que no es cierto que un móvil más pesado se mueva más deprisa que otro menos pesado, supuesto que ambos sean del mismo material, que es el caso al que se refiere Aristóteles... Si tuviéramos dos móviles cuyas velocidades naturales fuesen desiguales y si los uniéramos, es evidente que, en cierto sentido, el más rápido sería frenado por el más lento y éste sería acelerado por el más rápido ¿No sois de esa opinión?*
>
> ***Simplicio**: Creo efectivamente que las cosas serían así.*
>
> ***Salviati**: Pero si ello es verdad y además verdad que una piedra grande se mueve a una velocidad de, digamos, ocho unidades y que una piedra pequeña tiene la velocidad de cuatro unidades, entonces la unión de ambas deberá moverse a una velocidad inferior a ocho unidades; pero las dos piedras juntas darán lugar a una más grande que la primera, que se movía a una velocidad de ocho unidades. Por tanto esa piedra compuesta, aunque será mayor que la primera piedra se moverá más lentamente que ésta, que era menor, lo que contradice vuestra hipótesis. Veis, pues, de ese modo cómo, suponiendo que el móvil más pesado se mueve más deprisa que el menos pesado, puede llegarse a la conclusión de que es el más pesado el que se mueve más despacio.*
>
> ***Simplicio**: Bien confundido me encuentro.*

A Experimentar:

Para este sencillo experimento, vamos a necesitar dos botellas de plástico exactamente iguales y también algún material para llenarla, pueden ser lentejas, arvejas, arroz, piedra o arena.

Vamos a seguir el siguiente Procedimiento:

1. Llena uno de los frascos con arena u otro material y el otro déjalo vacío.
2. Deja caer los dos frascos al mismo tiempo desde un segundo piso.



En este segundo instrumento, el estudiante realizó un experimento práctico donde se puede evidenciar el fenómeno de caída libre, se le solicitó que en dos recipientes iguales y vacíos, los llenara con elementos diferentes, para posteriormente dejarlos caer desde una altura determinada al mismo tiempo, finalmente se le pide registrar sobre lo que observó al realizar el experimento.

Una vez recopilada la información entregada por los participantes, se encontró lo siguiente: el 20% de estos estudiantes indicaron que los dos recipientes caen casi al mismo tiempo como se evidencia en las respuestas de los estudiantes., *E11 "Cayeron igual, porque la masa no afecta la gravedad" E16 " las dos botellas cayeron al mismo tiempo ya que se lanzaron a la misma altura"*.

Por otra parte el 25% afirman que el objeto lleno de tierra cae primero que el otro, como se evidencia en las siguientes respuestas *E2 "cae primero el de arena cayo primero el tarro lleno de arena por la fuerza." E7 "vi que las tiraron al mismo tiempo y cayo como por un segundo primero la de tierra" E6 " los dos tarros caen casi al mismo tiempo, el más pesado cae primero con muy poca diferencia del liviano, esto pasa porque la gravedad ejerce fuerza sobre los objetos que se sueltan"* ; y como última conclusión el 55% exponen que los objetos caen al mismo tiempo, puesto que, la gravedad es la misma para todos según las respuestas de los estudiantes: E9 *"Al ser lanzados caen iguales, porque sin importar el peso, la gravedad es la misma" E15 "ví que calleron los dos al mismo tiempo por la fuerza de gravedad que es la misma para todos"*.

De lo anterior se puede concluir que la mayor parte de los estudiantes logró comprender lo que significaba la actividad práctica con lo ya argumentado del instrumento 2; de la misma manera, es posible afirmar que esta población ya tiene un dominio de la temática y de los conceptos que la componen, al utilizar un lenguaje adecuado sobre el fenómeno de Caída Libre, como se videncia en las respuestas de algunos estudiantes como el estudiante E20 cuando en sus respuestas afirman lo siguiente "*Miré que los dos tarros al mismo tiempo cayeron al suelo y sucedió por la gravedad, porque todos los objetos la gravedad de la tierra los atraé a 9,8 m/s¨2, así que todos llegan igual sin importar su peso"* describiendo el movimiento utilizando conceptos físicos de forma adecuada y finalmente al explicar las causas y consecuencias basado en datos, por lo anterior se concluye que la mayoría de los estudiantes ha logrado avanzar de un modelo empirista hacía el modelo básico. Como lo manifiesta (Garcia-Sandoval, y otros, 2013) cuando señalan que el pensamiento crítico desarrolla un conjunto de habilidades que involucran aclarar términos, identificar componentes y manejar argumentos con juicios de valor, aspectos claramente evidenciables en las respuestas de los estudiantes.

Con respecto a los estudiantes con respuestas equivocadas, se deduce que probablemente no realizaron bien la actividad, principalmente al momento de lanzar los objetos o la apreciación pertinente durante el movimiento.

En la segunda premisa, se le pide al estudiante que indique si la masa tiene alguna relevancia en la caída libre, a lo que respondió el 40% que la masa no tiene nada que ver con la caída de los objetos E3 "*No, ya que al lanzar las dos botellas caen al mismo tiempo", o E12* cuando manifiesta "*No, sin importar la masa ambos tarros caen a la misma vez"* , de la misma manera un 15% afirman que en este ejercicio solo influye la fuerza de gravedad, E13 *"la masa no tuvo ninguna relevancia, la gravedad hizo efecto" E10 "no tiene ninguna relevancia porque la fuerza de la gravedad es la misma para todo"* , llegan a la misma conclusión, la masa no tiene relevancia en el momento de la caída de los objetos. El 45% restante infieren en que la masa si tiene que ver con la caída del objeto, debido que

esta acelera el objeto, como se advierte en algunas respuestas E1 "*si tiene relevancia porque eso acelera la caída del objeto" o el* E9 *"sí, ya que gracias a esto uno cae primero y el otro no".*

Luego de realizar los análisis pertinentes al instrumento 2 y las respuestas de los estudiantes se puede concluir que se evidencia un cambio conceptual dado que se muestra principios de argumentación basados en conceptos físicos, formulando hipótesis sobre el fenómeno, aunque algunos de ellos presentan errores de interpretación, se valora el hecho de que dentro de sus respuestas, la mayoría de los cuestionarios utiliza conceptos relacionados con la Caída libre, como lo exponen (Garcia-Sandoval, y otros, 2013) en su documento *Enseñanza de la física y desarrollo del pensamiento crítico: un estudio cualitativo.*

1.8 Momento de Reenfoque

Finalmente en el desarrollo de la unidad didáctica se define el momento de reenfoque, donde se propone que el estudiante estructure sus conocimientos sobre el concepto de caída libre y de esta manera realice un cambio satisfactorio en los modelos explicativos hacia la relación del acercamiento escolar y el conocimiento científico.

1.8.1 Instrumento 3

A continuación se presentará el análisis del instrumento 3 donde los estudiantes realizaron un video que recrea una situación de la cotidianidad de los estudiantes, organizados en grupo para realizar un análisis desde la teoría conceptual y práctica.

Video I

E1: *Buenas tardes nosotros somos del grado diez seis y venimos a presentarles un problema acerca de la caída libre.*

En este caso nosotros vamos a pedir un cuaderno que caiga de una altura de 3 metros que le pide María acerca de una tarea de inglés, para realizarla le pide a Marcela que le tire el cuaderno.

Al caerse, al tirarlo y caerse no le cae en las manos sino que le cae en el suelo. Para la siguiente ecuación nosotros vamos a utilizar para hallar la velocidad igual a Y sobre la gravedad y también vamos a utilizar la ecuación para el tiempo.

***E1**: Me lanza el cuaderno para hacer la tarea de inglés.*

***E2:** Bueno.*

***E2:** La primera fórmula para hallar el tiempo o más bien la velocidad seria, velocidad inicial por tiempo, más un medio de gravedad por tiempo al cuadrado, más ehh, distancia ehh, y luego se transforma esa fórmula y se halla el tiempo con, la velocidad es igual a distancia sobre tiempo, ósea que ahí ya después de convertir la formula, quedaría tiempo es igual a distancia sobre velocidad.*

***E1:** Para poder realizar eso vamos, como dice mi compañera, hay que despejar las fórmulas.*

***E2:** Ósea, vamos a poner, por ejemplo los tres metros, que es la altura del segundo piso, y luego por la gravedad ósea, un medio de gravedad por el tiempo, ehh, después, despejamos las formulas y realizamos eso, entonces ya nos queda como menos cuatro coma nueve metros sobre segundos cuadrados y eso lo dividimos en tres metros que es la altura y nos queda uno como dos segundos, después de hallar el tiempo, nos vamos a la ecuación de la velocidad y despejamos la nueva fórmula que es para hallar la velocidad.*

***E1**: Para hallar la velocidad es: distancia igual a velocidad inicial más por tiempo más un medio grados de gravedad por tiempo al cuadrado.*

***E2:** Pues ahí remplazamos y hallamos la velocidad final.*

Análisis del video I:

Realizando el análisis del video presentado, se puede observar que los estudiantes han evolucionado conceptualmente encontrándose en el modelo teorizador, dado que presenta las siguientes características:

Modela situaciones de la vida cotidiana, el **E1 manifiesta "***En este caso nosotros vamos a pedir un cuaderno que caiga de una altura de 3 metros que le pide María acerca de una tarea de inglés, para realizarla le pide a Marcela que le tire el cuaderno."*, situación que da cuenta de la identificación de un caso claro de la vida cotidiana en la que se manifiesta el fenómeno de caída libre.

De igual forma, los estudiantes realizan los cálculos desde los modelos experimentales y contrastan la información obtenida con los datos medidos en la práctica, para posteriormente analizarlos y concluir desde su perspectiva conceptual al respecto.

Además utilizan de forma adecuada un vocabulario técnico acorde a las situaciones modeladas respecto al fenómeno estudiado, mostrando de esta manera una apropiación conceptual de la temática, como lo manifiesta Galagovsky y Adúriz (2001) cuando establecen que un nuevo tipo de enseñanza de las ciencias apunta a aprender y hablar ciencia (p. 232), apuntando a la apropiación del lenguaje, dando muestras de un cambio satisfactorio hacia el modelo teorizador así como cumpliéndose el objetivo de la investigación.

Video II

E3: *Buenas tardes el video que les presentaremos hoy es acerca del tema de caída libre, el ejercicio que nosotros realizamos fue un tema cotidiano, que es sobre una estudiante que está en el laboratorio de física deja caer su esfero del mesón que mide 90 cm.*
Mi compañera Natalia esto, nos dirá por qué se cree que el lapicero cae.

E4: *Nosotros creemos que el esfero se cae por debido a la fuerza de gravedad.*

E5: *Eee... pues según el análisis matemático que nosotros hicimos pues el tiempo estimado al caer el, el lapicero del mesón al suelo es de 0, 14 segundos.*

E6: *Pero nosotros haciéndolo en hechos de la vida cotidiana de nosotros entonces hicimos la misma caída desde el, el mesón de 90 cm y el tiempo durante e, la que dura la caída del lapicero es de 0,27 segundos que es más de la mitad de lo que caía en nuestro análisis matemático.*

Análisis de Video II

En el video 2 se puede observar que los estudiantes modelan situaciones de la vida cotidiana, cuando el E**3** manifiesta: *"el ejercicio que nosotros realizamos fue un tema cotidiano, que es sobre una estudiante que está en el laboratorio de física deja caer su esfero del mesón que mide 90 cm",* da cuenta de una apropiación del concepto porque entiende las características claves del fenómeno de Caída libre y propone una situación cotidiana para su posterior análisis.

Por otra parte cuando el **E4** manifiesta *"Nosotros creemos que el esfero se cae por debido a la fuerza de gravedad."*, da cuenta de una de las variables fundamentales del fenómeno de caída libre al relacionar la gravedad con el movimiento y lo menciona como responsable del fenómeno presentado.

Igualmente, los estudiantes presentan características del modelo teorizador, debido a que realizan un análisis de los resultados obtenidos teóricamente con los obtenidos en el desarrollo experimental, cuando el **E6** manifiesta: *"Pero nosotros haciéndolo en hechos de la vida cotidiana de nosotros entonces hicimos la misma caída desde el, el mesón de 90 cm y el tiempo durante,, lo que dura la caída del lapicero es de 0, 27 segundos que es más de la mitad de lo que caía en nuestro análisis matemático."* Sin embargo no argumenta desde el aspecto teórico.

En el anterior video se observa una movilización de los estudiantes desde el modelo empirista en el que se posicionaban inicialmente pasando por el modelo básico y finalmente dando muestras del modelo teorizador, esto valida el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación.

Igualmente apoyado en las apreciaciones realizadas por Woolnough y Allsop (1985) citado por Tenreiro-Vieira y Marques, (2006) establecen la importancia de la realización de actividades en ciencias con unas potencialidades como la realizada en esta actividad,

"experiencias, usadas para hacer observaciones y comprender un fenómeno", (p. 453), debido a que los estudiantes se agruparon y propusieron una situación real mediante la cual identificarían el fenómeno y podrían realizar el análisis pertinente, aspecto que evidencia un cambio conceptual, como lo ratifica Facione (2007) cuando definen la explicación es la habilidad cognitiva presentar los resultados propios del razonamiento de manera reflexiva y coherente (p. 6).

Video III

E7*: Muy buenas tardes, vamos a presentarle en el día de hoy, caída libre. El nombre de mi compañera es….., y mi nombre es Y……, En esta ocasión mi compañera les va a explicar un poco el tema, y yo voy a terminar de completarlo.*

E8: *Bueno Ehh…, el ejercicio muestra como en una mesa hay un cuerpo y se desplaza cayéndose hacia el suelo, bueno el ejercicio dice: Un cuerpo cae libremente desde una mesa cuando a quince metros del piso, y tiene una velocidad de veinte metros sobre segundos; bueno entonces aquí explica que la distancia que hay aquí la podemos expresar como delta Y; y también podemos explicar que esta distancia es de quince metros, después de este proceso vamos a hallar la aceleración. De la velocidad inicial-velocidad final, la gravedad y delta de Y, bueno pues la velocidad inicial siempre es en estos casos es cero, la velocidad final es veinte metros, sobre segundos al cuadrado, y la gravedad es diez metros al cuadrado.*

E7: *Bueno, de esta manera, ya nos explicó, lo que está ocurriendo en este momento, y como vimos en el video anterior, ya notamos la caída de la figura, tenemos velocidad inicial, velocidad final, gravedad y delta Y, entonces ahora vamos a hacer algo súper sencillo, que seria, sacar algunas ecuaciones, ¿Cuál serían esas ecuaciones? Serian, velocidad final a la dos, es igual a velocidad inicial a las dos, en este caso es, más dos por a, por delta x, en este caso sería velocidad final, aquí nos dice que es igual a veinte metros por cuadrado sobre segundos que es igual a delta de Y, aquí seria cuatrocientos metros al cuadrado sobre segundo al cuadrado, en este caso, veinte metros sobre segundo está multiplicando entonces lo pasamos, a dividir que sería aquí: dividido veinte metros por segundo, igual, a delta Y.*

Pasamos aquí en este sector, seria: Emm… sacar la división que sería cuatrocientos metros al cuadrado sobre segundo al cuadrado, dividido en metro es igual a veinte metros igual a delta Y. Esto sería un procedimiento que podríamos utilizar para poder desarrollar la altura.

E8: *Bueno, Emm… Para la altura utilizamos la ecuación que es muy común en estos casos que es delta Y igual a delta de altura más delta de Y, bueno logramos hallar delta de X, entonces delta de altura es quince metros más delta de Y, que es veinte metros, esto daría igual a: treinta y cinco metros.*

Bueno pues al principio decía que la mesa, estaba a 15 metros.

E7: *Eh… Bueno, esto sería una de las ecuaciones de las que estaba presentando la compañera, que nos estaba preguntando, ¿Cuál es la altura, en que cae el cuerpo esto sería? el resultado en que cae el objeto al suelo.*

Análisis de video III

Realizando el análisis del video III, se aprecia como las estudiantes de este grupo realizan la identificación de una situación problemática que, aunque no es una situación cotidiana, dado que la descripción del problema apunta a un ejercicio teórico, como lo expresa el **E8** *"Un cuerpo cae libremente desde una mesa cuando a quince metros del piso, y tiene una velocidad de veinte metros sobre segundos".*

Igualmente cuando el **E7** realiza el análisis de la situación y los cálculos relacionados da cuenta de un dominio conceptual debido a que identifica las variables intervinientes y las manipula dentro del desarrollo teórico*, "ya notamos la caída de la figura, tenemos velocidad inicial, velocidad final, gravedad y delta Y, entonces ahora vamos a hacer algo súper sencillo, que seria, sacar algunas ecuaciones, ¿Cuáles serían esas ecuaciones? Serian, velocidad final a la dos, es igual a velocidad inicial a las dos, en este caso es, más dos por a, por delta x, en este caso sería velocidad final, aquí nos dice que es igual a veinte metros por cuadrado sobre segundos que es igual a delta de Y, aquí seria cuatrocientos metros al cuadrado sobre segundo al cuadrado, en este caso, veinte metros sobre segundo*

está multiplicando entonces lo pasamos, a dividir que sería aquí: dividido veinte metros por segundo, igual, a delta Y" en la expresión anterior se rescata igualmente como el estudiante realiza el manejo de las ecuaciones de una forma correcta para poder calcular las incógnitas planteadas.

Por otra parte cuando el **E8** expresa: *"Bueno, Emm… Para la altura utilizamos la ecuación que es muy común en estos casos que es delta Y igual a delta de altura más delta de Y, bueno logramos hallar delta de X, entonces delta de altura es quince metros más delta de Y, que es veinte metros, esto daría igual a: treinta y cinco metros."* En este caso el estudiante muestra características del modelo básico en el cual identifica las variables y realiza cálculos teóricos.

Es importante resaltar que este grupo de estudiantes muestra elementos claves de lo que señala Orrego, Tamayo y Ruiz (2016) la transformación de lo que se comprende y como se usa las pruebas para generar y construir las explicaciones pertinentes (p. 43), asimismo establecen argumentos críticos que permiten identificar las variables inmersas en la experiencia apoyados en un lenguaje propio del contexto científico.

CONCLUSIONES

Una vez concluido el estudio investigativo con el diseño y aplicación de la Unidad Didáctica, se resaltan los siguientes aspectos:

- Según los datos obtenidos después de aplicar el instrumento de indagación de modelos explicativos iniciales, se infiere que los estudiantes se ubican dentro de un modelo explicativo Empirista utilizando un lenguaje cotidiano, esto debido a que como lo propone Orrego, et al, (2016) las representaciones que se construyen sobre un fenómeno particular, están mediadas por las experiencias previas de quien construye la representación, la cultura y el lenguaje, (p. 26). dando una relevancia significativa al análisis de los Modelos explicativos iniciales de los estudiantes en el desarrollo de la UD, para así evidenciar un avance conceptual dentro del proceso de aprendizaje del concepto.

- De acuerdo con lo anterior, se evidencia un cambio en los modelos explicativos planteados para el estudio investigativo, logrando con ello, que la mayoría de los estudiantes avanzaran hacia el modelo teorizador, dando cuenta de un manejo conceptual satisfactorio y generando un cambio conceptual clara dentro del manejo del lenguaje, relacionando correctamente conceptos dentro de su argumentación.

- En cuanto al cambio en los modelos explicativos, en cada uno de los momentos establecidos para la intervención de aula, se muestra un resultado positivo al observar un acercamiento paulatino de los estudiantes hacia un modelo Teorizador, dando cuenta de un cambio conceptual, permitiendo de esta manera al docente y al estudiante una evaluación constante del proceso de aprendizaje, como lo manifiesta Orrego, et al, (2016) “identificar los modelos explicativos de los estudiantes a lo largo del proceso de aprendizaje es fundamental” (p.260).

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones relacionadas con la enseñanza de las Ciencias Naturales, se debe tener en cuenta, que al abordar los conceptos mencionados con anterioridad, debe ser secuencial y organizado de tal forma, que permita al estudiante realizar un cambio relevante y un acercamiento gradual a la ciencia.

- De la misma manera, se propone que la revisión de los diferentes conceptos teóricos incluya la práctica y la relación con fenómenos cotidianos para facilitar el cambio conceptual y la representación mental de los estudiantes.

- Todos los actores involucrados dentro del proceso de Enseñanza y Aprendizaje, deben tener la motivación como elemento mediador para incentivar el acercamiento de los estudiantes con la ciencia, y favorecer de esta manera la labor de los docentes en el aula.

- Para futuros trabajos relacionados con la materia de investigación se propone la inclusión de herramientas tecnológicas que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje.

REFERENCIAS

Alarcón, M. (2012). *Estudio del fenómeno de la caída e los objetos desde las perspectiva de los sistemas Dinámicos: una propuesta para el desarrollo de competencias científicas.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Alonso M. (S. F.). *La caída libre. Estudio teórico y experimental.* [Informe]. - Alicante: IES "Leonardo Da Vinci".

Barriga, F. y Hernandez, G. (2002). *Para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista* [Publicación periódica]- // Universidad Nacional Autónoma de México. pág. 465.

Bello, S. (2004). *Ideas previas y cambio conceptual. Educación Química* 15[3].

Cáceres, P. y Conejeros, M. (2011). *Efecto de un modelo de metodología centrada en el aprendizaje sobre el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la capacidad de resolución de problemas en estudiantes con talento académico.* Pontificia Universidad Católica de Valparaíso año LXIX, nº 248, pp, 39-56 revista española de pedagogía.

Campanario, J. y Otero, J. (2000) *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias [Publicación periódica]* // Enseñanza de las ciencias. págs. 155-169.

Facione, Peter. (2007). *Pensamiento Crítico: ¿ Qué es y porque es tan importate?* [Publicación periódica] // INSIGHT ASESSMENT. págs. 1-22.

Galagovsky, L. y Adúriz, A. (2001). *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico* [Publicación periódica] // ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. págs. 231-242.

Garcia-Sandoval, A., Lara-Barragan, A. y Cerpa-Cortéz, G (2013) *Enseñanza de la física y desarrollo del pensamiento crítico: un estudio cualitativo* [Publicación periódica] // Revista de Educación y Desarrollo. págs. 67-76.

Henao, G. (2013). *Enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problema*. Universidad autónoma de Manizales departamento de educación.

Lemke, Jay. (1997) Aprender a hablar ciencia [Libro]. - Barcelona : Paidós.

Martínez, C. (2005). *De los contenidos al Conocimiento Escolar en las Clases de Ciencias* [Publicación periódica] // Educación y Pedagogía. pág. 43.

Moreira, M. (1997). *Aprendizaje significativo: un concepto subyacente* [Publicación periódica] // Actas del encuentro Internacional sobre el aprendizaje significativo. págs. 19,44.

Orrego, M., Tamayo, O. y Ruiz, F. (2016). *Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias* [Libro]. - Manizales : Universidad Autónoma de Manizales.

Parra, C., Moreno, Y. y Ruiz, J. (2008). *Estudio sobre la caída de los cuerpos.* Gondola: Ensenanza Aprendizaje de las Ciencias, 3(1), 10.

Pozo. J. (2000). *Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica* [Publicación periódica]. - [s.l.] : Enseñanza de las ciencias.

Pozo, M. y Gómez, C.(2006). *Aprender y enseñar ciencia.* [Sección de libro] // Aprender y enseñar ciencia. . - Madrid : Ediciones Morata, S.L.

Quecedo, R. y Castaño, C; (2002). *Introducción a la metodología de investigación cualitativa.* revista de psicodidáctica, () 5-39. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402.

Richard, P., Feynman, B., Leighton, M. (2015). *Sands The Feynman Lectures on Physics*. The New Millennium Edition: Mainly Mechanics, Radiation, and Heat Hachette UK, Sep. Vol. I: 29, 2015 - 1200 pages.

Sánchez, J Regina. (2016). Medición de la rigidez apática con el astosonografía en niños con sobre pesa y obesidad. Universidad de Murcia. 1-181.

Sánchez, B. y Valcarcel, P. (1993). *Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales* [Publicación periódica] // Enseñanza de las Ciencias. pág. 34.

Sierra, M. (2012) *Introducción a la Investigación*. Universidad Autónoma de la Universidad de Hidalgo.

Tamayo, O. (2006). *Enseñanza de las ciencias naturales: Aspectos Epistemológicos, Pedagógicos y Curriculares*. [Informe]. - Manizales : Universidad Autónoma de Manizales.

Tamayo, O y Sanmartí, N. (S. F.). *Evolución conceptual en clases de ciencias.* [Publicación periódica]. - Barcelona : Revista Icfes, - 27.

Tamayo, O. y Vasco, C. (2013). *Diseño y Análisis de Unidades Didácticas desde una Perspectiva Multimodal.* [Sección de libro] // Diseño y Análisis de Unidades Didácticas desde una Perspectiva Multimodal.. - Manizales : [s.n.]

Tenreiro, C., Marques, Vieira. (2006). *Experiencias, recursos y otros trabajos.* Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien., 3(3), pp. 452-466. ISSN: 1697-011X. DL: CA-757/2003 http://www.apac-eureka.org/revista

Tenreiro-Vieira, C. y Marques, V. (2006). *Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos* [publicación periódica] // Eureka. Págs. 452-466.

Vera, F., Rivera, R., Fuentes, R. y Romero, D. (2015). *Estudio del movimiento de caída libre usando vídeos de experimentos.* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12 (3), 581-592.

Vizcaíno, D. y Castiblanco, O. (2006). *Pensamiento crítico y reflexivo desde la enseñanza de la física*. Revista de la Sociedad Colombiana de Física, ISSN 0120-2650, Vol. 38, Nº. 2, 2006, págs. 674-677.

ANEXOS

Anexo 1 Instrumento 1 para la indagación de Modelos explicativos iniciales en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Simón Bolívar del municipio de Garzón, Huila, sobre el concepto de caída libre.

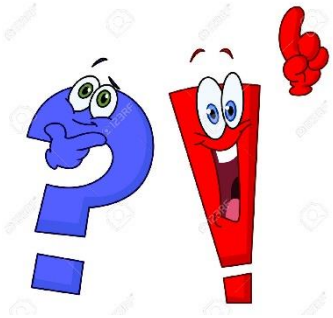
Para establecer el conocimiento que tienen los estudiantes con respecto al concepto de caída libre, se propone que los estudiantes, a través del desarrollo de una experiencia sencilla con los elementos que poseen en sus manos y con el desarrollo de un pequeño cuestionario, expresen sus ideas.

En la primera etapa iniciaremos con el alistamiento:

1. Toma dos objetos de diferente tamaño y peso (pueden ser un borrador y un lápiz)



<u>Responde estas preguntas antes de iniciar</u>



1.1 Si dejas caer los dos objetos al mismo tiempo, ¿cuál caerá primero? ¿Por qué crees eso?

1.2. ¿Crees que el tamaño del objeto influye en el resultado? Indica ¿por qué crees eso?



2. Levántalos lo más alto que puedas, uno en cada mano, luego verifica que los dos se encuentren a la misma altura.

3. Cuando estés listo(a), deja caer los dos objetos al mismo tiempo.

Ahora vamos a ver qué sucedió!

Responde en tu cuaderno.

4. ¿Por qué caen los objetos al soltarlos?

5. ¿Cuál de los objetos cayó primero?



Tomado de *Akifrases.com*

6. ¿Hay alguna diferencia con lo que creíste que pasaría?
7. ¿Por qué sucede esto?
8. ¿Qué pasaría si hiciéramos el mismo experimento en la luna?
9. ¿Cambiarían los resultados?
10. ¿Qué pasaría si dejara caer un objeto muy liviano, como una pluma?
11. ¿Has escuchado sobre la gravedad?, relata lo que has escuchado.

Anexo 2 Momento de desubicación: Instrumento 2, Análisis del fenómeno desde el conocimiento escolar

Antes de iniciar

Fue Galileo, el primero que, contraviniendo aquellas ideas tradicionales, planteó el concepto de que, en ausencia de rozamiento, todos los cuerpos debían caer con la misma aceleración. En su obra "Diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano" (1632) encontramos un fragmento que utiliza un argumento muy curioso para defender este nuevo punto de vista. Dice la leyenda que Galileo también realizó un experimento en el que habría dejado caer desde la torre de Pisa dos cuerpos de masas diferentes y se habría comprobado que ambos llegaban juntos al suelo. Sin embargo, si el experimento se hubiera realizado en esas condiciones, no se habría obtenido este resultado. Para un trayecto largo, la influencia del rozamiento del aire resulta trascendente en la caída. Teniendo en cuanta lo anterior expuesto, sobre la caída de los cuerpos, determina el valor de una velocidad límite que alcanzan los objetos que caen. En este caso esa velocidad límite habría sido diferente para cada cuerpo.

Tomado de, Estudios sobre la caída de los cuerpos (Moreno, C. E. P., Moreno, Y. N. C., & Ruiz, J. L. 2008)

Fragmento del libro *"Diálogos sobre los temas máximos del mundo" Escrito por Galileo.*

> ***Salviati****: Aristóteles dice "Mientras una bola de hierro de cien libras llega al suelo cayendo desde una altura de cien brazas otra bola de una libra apenas ha recorrido una braza." Yo digo que ambas llegan al mismo tiempo; haced vos mismo la experiencia y constataréis que, tanto que si caen de una altura de 50 como de100 brazas, ambas tocan el suelo a la vez... Pero incluso sin realizar la experiencia puede probarse claramente, por una demostración sencilla y concluyente que no es cierto que un móvil más pesado se mueva más deprisa que otro menos pesado, supuesto que ambos sean del mismo material, que es el caso al que se refiere Aristóteles... Si tuviéramos dos móviles cuyas velocidades naturales fuesen desiguales y si los uniéramos, es*

evidente que, en cierto sentido, el más rápido sería frenado por el más lento y éste sería acelerado por el más rápido ¿No sois de esa opinión?

***Simplicio**: Creo efectivamente que las cosas serían así.*

***Salviati**: Pero si ello es verdad y además verdad que una piedra grande se mueve a una velocidad de, digamos, ocho unidades y que una piedra pequeña tiene la velocidad de cuatro unidades, entonces la unión de ambas deberá moverse a una velocidad inferior a ocho unidades; pero las dos piedras juntas darán lugar a una más grande que la primera, que se movía a una velocidad de ocho unidades. Por tanto esa piedra compuesta, aunque será mayor que la primera piedra se moverá más lentamente que ésta, que era menor, lo que contradice vuestra hipótesis. Veis, pues, de ese modo cómo, suponiendo que el móvil más pesado se mueve más deprisa que el menos pesado, puede llegarse a la conclusión de que es el más pesado el que se mueve más despacio.*

***Simplicio**: Bien confundido me encuentro.*

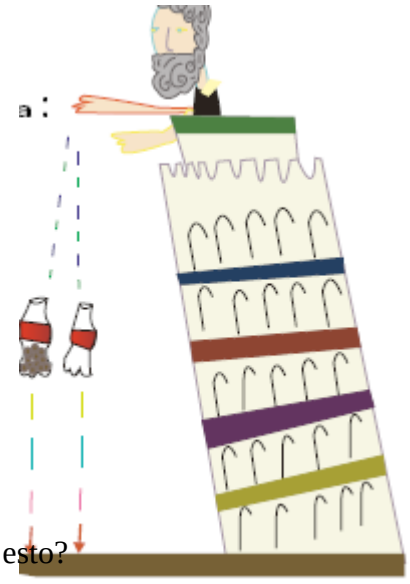
A Experimentar:

Para este sencillo experimento, vamos a necesitar dos botellas de plástico exactamente iguales y también algún material para llenarla, pueden ser lentejas, arvejas, arroz, piedra o Arena.

Vamos a seguir el siguiente Procedimiento:

3. Llena uno de los frascos con arena u otro material y el otro déjalo vacío.

4. Deja caer los dos frascos al mismo tiempo desde un segundo piso.



Conclusiones:

Por favor, escribe ¿qué viste y por qué crees que sucedió esto?

¿Tiene alguna relevancia la masa?

Anexo 3 DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El desarrollo de la unidad didáctica, se trabajará en torno a tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque, mediante los cuales se pretende que los estudiantes realicen una transformación de sus presaberes y movilicen los nuevos conocimientos para lograr aprendizajes, relacionado con el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar.

En el desarrollo del primer momento, ubicación, se busca que el estudiante exponga de una manera sencilla y clara, sus conocimientos acerca del concepto de caída libre, a través del desarrollo del instrumento de indagación de modelos explicativos iniciales. Este instrumento está diseñado de forma tal que el estudiante, al desarrollar la actividad y responder las preguntas planteadas, se cuestione y de respuesta desde su conocimiento actual --sin haber tenido acercamiento formal al tema--. (Ver Anexo1).

En el segundo momento, de desubicación, se llevará al estudiante a una exploración del fenómeno, realizando los mismos experimentos que efectuaron los primeros científicos en investigar sobre el fenómeno objeto de estudio, en este momento se solicita dar respuesta a una serie de preguntas, diseñadas para cuestionar al estudiante de la misma forma que los antiguos científicos desde el punto de vista del conocimiento escolar.

Luego se trabajará con experiencias cotidianas, que suceden a todas las personas en el diario vivir y contrastará las actividades escolares con las cotidianas, en este punto se espera que el estudiante identifique características de semejanza en las experiencias del ámbito escolar y el cotidiano.

Luego se desarrollará la historia del concepto, teorías, conceptos y fórmulas alrededor del desarrollo del tema y cómo a través de la historia se han podido modelizar las situaciones, en este apartado se incluirá una lectura sobre las aplicaciones diarias del concepto y su utilidad.

En el momento de reenfoque se solicita al estudiante la elaboración de una situación de su vida diaria donde se realice el análisis de la caída de un objeto, el estudiante deberá entregar un video clip en el cual presente la situación problémica (por ejemplo la caída de un lápiz de la mesa), realice una toma de datos y contraste los datos obtenidos empíricamente, con los resultados analíticos, al finalizar este momento se espera que el estudiante haya apropiado los conocimientos, analice e interprete los resultados obtenidos analíticamente y comprenda la importancia del concepto de caída libre en la vida cotidiana.

A continuación se muestra un cronograma de actividades propuesto para el desarrollo de la unidad didáctica:

Semanas y clases / Actividades	Semana uno	Semana uno	Semana dos	Semana tres	
	Clase 1	Clase2	Clase 3 Clase 4	Clase 5	Clase 6
Momento de ubicación	El estudiante resuelve el cuestionario de modelos explicativos iniciales.				
Momento de desubicación		El estudiante desarrolla las experiencias propuestas y desarrolla hipótesis que más adelante serán contrastadas con la teoría del concepto.	El docente realiza una clase magistral con los contenidos teóricos, realiza un análisis histórico del concepto, explica las fórmulas y realiza ejercicios teóricos de aplicación.		

Momento de reenfoque				El estudiante diseña una experiencia personal donde identifique se presenta el fenómeno de caída libre y donde se involucren los conocimientos teóricos. El estudiante desarrolla la experiencia, y toma datos reales. El estudiante realiza los cálculos de su experimento de manera analítica y contrasta los resultados obtenidos.

Tabla 6 Cronograma de actividades Unidad Didáctica