



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

**APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS MASA, PESO Y GRAVEDAD EN LOS
ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO A TRAVES DE MODELOS DIDACTICOS
ANALOGICOS.**

Proyecto de investigación

Yeffer Neil Machado Rengifo

Yonnyfer Panesso Mena

Divier Antonio Mena Mayo

Optando por el título de:

Magíster en Educación

Tallerista de línea

Carlos Agudelo Montoya

Asesora

Mg Anlly Montoya Rodríguez

Universidad de Medellín

Facultad de Ciencia Sociales y Humanas

Maestría en Educación

Quibdó- Chocó

2019



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

**APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS MASA, PESO Y GRAVEDAD EN LOS
ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO A TRAVES DE MODELOS DIDACTICOS
ANALOGICOS.**

Proyecto de investigación

Yeffer Neil Machado Rengifo

Yonnyfer Panesso Mena

Divier Antonio Mena Mayo

Optando por el título de:

Magíster en Educación

Asesora

Mg Anlly Montoya Rodríguez

Universidad de Medellín

Departamento de Ciencia Sociales y Humanas

Maestría en Educación

Quibdó- Chocó

2019

Agradecimientos

Manifestamos nuestra gratitud a todas las personas que aportaron para hacer posible alcanzar un peldaño más en nuestras metas académicas.

A Dios por permitir gozar de salud y sabiduría para orientar nuestros propósitos.

A nuestras familias que con su paciencia nos supieron comprender con el tiempo que le dedicamos a este proyecto.

A la universidad por permitir que sus docentes nos orientaran en nuestras labores pedagógicas.

A nuestra asesora Anlly Montoya Rodríguez quien con su conocimiento y experiencia orientó exitosamente esta propuesta y nuestra formación.

A nuestros compañeros por hacer parte de nuestra formación compartiendo experiencias académicas.

Dedicatoria

A nuestras familias y a todos aquellos por su apoyo incondicional, moral y fortaleza que nos brindaron para concluir satisfactoriamente en nuestro crecimiento personal y profesional.

Tabla De Contenido

Agradecimientos	3
Dedicatoria	4
Lista de Cuadros	8
Lista de Figuras	8
Lista de Imágenes	8
Lista de Tablas	9
Lista de Abreviaturas	10
Resumen	11
Abstract	13
Introducción	15
Capítulo 1	18
<i>1.1 Antecedentes</i>	<i>18</i>
<i>1.2 Justificación</i>	<i>25</i>
<i>1.3 Planteamiento del problema</i>	<i>28</i>
<i>1.4 Objetivos</i>	<i>31</i>
Capítulo 2	32
<i>2.1 Marco Conceptual</i>	<i>32</i>
<i>2.2 Modelos Mentales</i>	<i>33</i>
<i>2.3 La modelación</i>	<i>35</i>
<i>2.4 Las Analogías</i>	<i>36</i>

	6
2.5 Modelo Didáctico Analógico	41
2.6 Las representaciones	42
2.7 Aprendizaje	44
2.8 Clasificación de los conceptos en ciencias experimentales	47
Capítulo 3	49
3.1. Diseño metodológico	49
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	52
3.4 Fases metodológicas	52
3.5 Diseño de Intervención	55
3.6. Momento 2: Coevaluación Actividades c, d y e del Momento 1	56
3.7. Momento 3: Afianzamiento del Aprendizaje	57
3.8. Momento 4: Verificación del avance del aprendizaje	57
3.9. Momento 5: Analogías Realizadas por los Estudiantes	58
3.10 Sistematización de resultados	62
Capítulo 4	63
4.1 Análisis y discusión	63
4.3 Categoría: Comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad	66
4.6 Análisis de resultado	85
4.7 Análisis de los resultados de la comprensión de situaciones que relacionan la masa, el peso y la gravedad (Momento 1 Actividad d y Momento 4 Actividad d).	87
4.8 Análisis de los resultados de las representaciones (dibujos) de la masa, peso y gravedad (Momento 1 Actividad e y Momento 4 Actividad e).	88
Capítulo 5	96

	7
<i>5.1. Conclusiones</i>	96
<i>5.2. Recomendaciones</i>	101
Referencia	102
Anexos	107
<i>Anexo N°1 Prueba diagnóstica conceptos masa, peso y gravedad</i>	107
<i>Anexo N°2 Prueba diagnóstica de situaciones relacionada con los conceptos masa, peso y gravedad</i>	108
<i>Anexo N°3 Guía de aprendizaje: Ley de la caída de los cuerpos</i>	109
<i>Anexo N°4. Guía de aprendizaje N°2. Estudio del fenómeno de la caída de objeto.</i>	111
<i>Anexo N° 5. Guía de aprendizaje N° 3. Caída de los cuerpos.</i>	112
<i>Anexo N°6. Guía de aprendizaje N°4. Videos: la gravedad, campo gravitatorio, Caída de los cuerpos.</i>	114
<i>Anexo N°7. Guía de aprendizaje N°5. Laboratorio cálculo de masa</i>	116
<i>Anexo: 8. Guía de aprendizaje N°6. Laboratorio cálculo de peso</i>	117
<i>Anexo: 9 Guía de aprendizaje N°7. Analogía</i>	119
<i>INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA</i>	119
<i>Anexo 10. Lista de chequeo</i>	121

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Resumen de las categorías de análisis.	54
Cuadro 2. Resumen de la intervención.	58
Cuadro 3. Frecuencia de las categorizaciones en las definiciones de los conceptos masa, peso y gravedad antes y después del MAFA.	85
Cuadro 4. Análisis de la analogía. Características internas del Grupo N°1.	92
Cuadro 5. Análisis de la analogía. Características internas del grupo 2.	93

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema del aprendizaje a través del Modelo Didáctico Analógico.	46
Figura 2. Momentos del Modelo Didáctico Analógico.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Esquema de integración del MAFA y resultados.	90

Lista de Imágenes

Imagen 1. Dibujo de la masa grupo N°1 antes y después del MAFA.	71
Imagen 2. Dibujo de la masa grupo 2 antes y después del MAFA.	72
Imagen 3. Representación de la masa grupo 3 antes y después del MAFA.	73
Imagen 4. Representación de la masa del grupo 4 antes y después del MAFA.	74
Imagen 5. Dibujos del peso del grupo 1 antes y después del MAFA.	75
Imagen 6. Dibujos del peso del grupo 2 antes y después del MAFA.	75
Imagen 7. Dibujos del peso del grupo 3 antes y después del MAFA.	76
Imagen 8. Dibujos del peso del grupo 4 antes y después del MAFA.	77
Imagen 9. Dibujo de la gravedad del grupo 1 antes y después del MAFA.	78
Imagen 10. Dibujos de la gravedad del grupo 2 antes y después del MAFA.	79
Imagen 11. Dibujos de la gravedad del grupo 3 antes y después del MAFA.	79
Imagen 12. Dibujos de la gravedad del grupo 4 antes y después del MAFA.	80
Imagen 13. Analogía del equipo N°1.	82
Imagen 14. Analogía del equipo N°2.	84

Lista de Tablas

Tabla 1. Resumen de las categorías de análisis.	62
Tabla 2. Respuestas sobre concepto masa antes y después del MAFA.	63
Tabla 3. Categorización de las respuestas del concepto masa antes y después del MAFA.	64
Tabla 4. Respuestas sobre concepto peso antes y después del MAFA.	64
Tabla 5. Categorización de las respuestas del concepto peso antes y después del MAFA.	65
Tabla 6. Respuestas sobre el concepto gravedad antes y después del MAFA.	65
Tabla 7. Categorización de las respuestas del concepto gravedad antes y después del MAFA.	65
Tabla 8. Respuestas a la pregunta N°1 antes y después del MAFA.	66
Tabla 9. Categorización de las respuestas a la pregunta N°1 antes y después del MAFA.	66
Tabla 10. Respuestas a la pregunta N°2 antes y después del MAFA.	67
Tabla 11. Categorización de las respuestas a la pregunta N°2 antes y después del MAFA.	67
Tabla 12. Respuestas a la pregunta N°3 antes y después del MAFA.	68
Tabla 13. Categorización de las respuestas a la pregunta N°3 antes y después del MAFA.	68
Tabla 14. Respuestas a la pregunta N°4 antes y después del MAFA.	69
Tabla 15. Categorización de las respuestas a la pregunta N°4 antes y después del MAFA.	69
Tabla 16. Respuestas a la pregunta N°5 antes y después del MAFA.	70
Tabla 17. Categorización de las respuestas a la pregunta N°5 antes y después del MAFA.	70
Tabla 18. Categorización del dibujo de la masa del grupo N°1 antes y después del MAFA.	71
Tabla 19. Categorización del dibujo de la masa grupo N°2 antes y después del MAFA.	72
Tabla 20. Categorización de la masa por el grupo N°3 antes y después del MAFA.	73
Tabla 21. Categorización del dibujo la masa por el grupo N°4 antes y después del MAFA.	74
Tabla 22. Categorización del dibujo del peso grupo N°1 antes y después del MAFA.	75
Tabla 23. Categorización del dibujo del peso del grupo N°2 antes y después del MAFA.	76
Tabla 24. Categorización del dibujo del peso grupo N°3 antes y después del MAFA.	76
Tabla 25. Categorización del dibujo del peso grupo N 4 antes y después del MAFA.	77
Tabla 26. Categorización del dibujo de la gravedad del grupo N°1 antes y después del MAFA.	78
Tabla 27. Imagen 11. Categorización del dibujo de la gravedad del grupo N°2 antes y después del MAFA.	79

	10
Tabla 28. Categorización del dibujo de la gravedad grupo N°3 antes y después del MAFA.	80
Tabla 29. Categorización del dibujo de la gravedad grupo N°4 antes y después del MAFA.	80
Tabla 30. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°1.	82
Tabla 31. Analogía N°2. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°1.	83
Tabla 32. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°2.	84
Tabla 33. Frecuencia de las categorizaciones en las respuestas sobre las situaciones relacionadas con los conceptos masa, peso y gravedad, antes y después del MAFA.	87
Tabla 34. Frecuencia de las categorizaciones en los dibujos de los conceptos masa, peso y gravedad antes y después del MAFA.	88

Lista de Abreviaturas

MAFA : Momento de afianzamiento del aprendizaje

.....

Resumen

En clases de ciencias naturales cuando se aborda el concepto de masa, peso y gravedad, los estudiantes suelen mostrar confusión en su conceptualización y comprensión.

Para hacer frente a las dificultades de conceptualización y comprensión de las relaciones e interacciones entre la masa, el peso y la gravedad, se realizó una intervención fundamentada en los Modelos Didácticos Analógicos. El diseño de la propuesta asume que los conceptos y las definiciones en ciencias experimentales puede ser abordada según las categorías propuestas por Domenech (1992): ontológicas, funcionales, operacionales, relacionales y transposicionales.

Así mismo se consideró que para afrontar dicha problemática era necesario considerar las formas de aprender de los estudiantes, en esta medida las actividades realizadas presentaron elementos auditivos, visuales y kinestésicos que, articuladas a través de las analogías como herramientas didácticas, actúan como facilitadoras del aprendizaje de conceptos abstractos como masa, peso, gravedad.

El enfoque de la investigación fue cualitativo de tipo descriptivo y se llevó a cabo en cuatro fases distribuidas de la siguiente manera.

En la primera fase se realizó una caracterización de la población para recoger datos generales del contexto. En la segunda fase se planeó la intervención, la cual se desarrolló en cinco momentos, cada uno con actividades que permitieron involucrar a los estudiantes en la construcción de su conocimiento. La tercera fase consistió en la aplicación de la intervención fundamentada en Modelos Didácticos Analógicos, estructurados a partir de la propuesta de Moro, Vial Zamorano y Gibbs (2007) que citando a Brown y Clement (1989) plantean como principio de trabajo el involucrar al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva. Finalmente, en la cuarta fase se realizó evaluación y análisis de los resultados de la intervención.

Los resultados obtenidos después de la intervención muestran que el Modelo Didáctico Analógico permitió a los estudiantes construir conocimiento y entender fenómenos, siendo este un gran cambio, puesto que los estudiantes inicialmente daban respuestas con características transposicionales, es decir, ideas alternas o parecidas a las repuestas elaboradas.

Después de la intervención se evidencia un afianzamiento del aprendizaje, ya que en los estudiantes demuestran comprensión de los conceptos al igual que reconocimiento de las relaciones e interacciones que se presentan entre las magnitudes objetos de aprendizaje.

Palabras claves: masa, peso, gravedad, Analogías, Modelos didácticos analógicos.

Abstract

In natural science classes when dealing with the concept of mass, weight and gravity, students often show confusion in their conceptualization and understanding.

To face the difficulties of conceptualization and understanding of the relationships and interactions between mass, weight and gravity, an intervention based on the Analogue Didactic Models was carried out. The design of the proposal assumes that concepts and definitions in experimental sciences can be approached according to the categories proposed by Domenech (1992): ontological, functional, operational, relational and transpositional.

It was also considered that to address this problem it was necessary to consider the ways of learning of students, to this extent the activities presented auditory, visual and kinesthetic elements that, articulated through analogies as teaching tools, act as facilitators of learning of abstract concepts such as mass, weight, gravity.

The focus of the research was qualitative descriptive and was carried out in four phases distributed as follows.

In the first phase, a characterization of the population was carried out to collect general data of the context. In the second phase the intervention was planned, which was developed in five moments, each with activities that allowed to involve the students in the construction of their knowledge. The third phase consisted in the application of the intervention based on Analogue Didactic Models, structured from the proposal of Viau, Moro, Zamorano and Gibbs(2007) who cited Brown and Clement (1989) as a working principle to involve the student in the process of analogical reasoning in an interactive teaching context. Finally, in the fourth phase, evaluation and analysis of the results of the intervention was carried out.

The results obtained after the intervention show that the Analog Didactic Model allowed the students to build knowledge and understand phenomena, this being a great change, since the students initially gave answers with transpositional characteristics, that is, alternate or similar ideas elaborated.

After the intervention a consolidation of the learning is evidenced, since the students show the comprehension of the concepts as well as the relationships and interactions that appear between the magnitudes of learning objects.

Keywords: Mass, weight, gravity, Analogies, Analogue teaching models.

Introducción

En el presente trabajo se expone una investigación aplicada cuya pretensión era generar aprendizaje a través de herramientas centradas en los Modelos Didácticos Analógicos. Esto sin perder de vista la necesidad de involucrar al estudiante en la construcción de su conocimiento mediante una serie de actividades que demandaban un trabajo activo, participativo y colaborativo.

Los modelos didácticos analógicos tienen sus fundamentos en los modelos mentales y en las analogías. En palabras de Duit y Glynn (1991) citado por Viau, Moro, Zamorano y Gibbs (s/f) plantean:

Las analogías son herramientas poderosas que se utilizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje para hacer familiar aquello que no es muy asequible, ya que permiten relacionar una situación cotidiana para el alumno con otra desconocida o nueva, facilitando la relación de la información y la elaboración de estructuras de conocimiento más comprensibles. Contribuyen, de esta forma, a un aprendizaje menos memorístico y más significativo. Su objetivo es facilitar la comprensión de los conceptos científicos teóricos, para los que no existen ejemplos perceptibles en el entorno (p.4).

Ahora bien, esta investigación surgió por el interés de abordar el problema que presentan los estudiantes del grado noveno en la conceptualización y comprensión de algunos conceptos en el área de Ciencias Naturales, específicamente el área de física, ya que a pesar de que los estudiantes han transitado curricularmente por diversas temáticas en años anteriores, aunque con complejidad menor, no recuerdan los conceptos y no los asocian con situaciones cotidianas.

Para entrar en detalles hay que decir que cuando se les pide a los estudiantes definir la masa en física, algunos estudiantes la relacionan con alimentos, el peso lo relacionan con el

instrumento que se utiliza para calcular la masa y la gravedad con un estado de salud, entre otras. En relación a la dificultad de conceptualización previamente mencionada, es relevante aclarar que la definición de conceptos utilizados en las ciencias experimentales es compleja, y que puede abordarse desde diferentes puntos de vista.

Para el desarrollo de esta intervención, se retomaron las ideas de Domenech (1992) quien propone una clasificación de los diferentes conceptos de ciencias experimentales fundamentada en connotaciones físicas, semánticas y cognitivas. Esta investigación se fundamentó sobre los cinco tipos de categorías propuestas: ontológica, funcional, transposicional, operacional y relacional.

A la luz de toda la problemática de conceptualización que se ha identificado, de articularla con la experiencia en el aula y con la pretensión de identificar los conceptos a intervenir, se realizó un diagnóstico que, a través de un cuestionario con preguntas abiertas, permitió identificar las ideas previas de los estudiantes y definiciones que elaboran sobre los conceptos fundamentales en la enseñanza de la física. Estos resultados también permitieron determinar que lo más urgentes de abordar eran los conceptos de masa, peso y gravedad.

Una vez identificados los conceptos que requerían una intervención más urgente, se diseñó una secuencia didáctica que buscaba involucrar al estudiante en el proceso de razonamiento analógico dentro de un contexto de enseñanza interactiva.

La investigación se fundamentó desde el paradigma cualitativo y el tipo de investigación fue descriptivo. La intervención se llevó a cabo con una muestra no probabilística. Los resultados de esta investigación evidencian que los Modelos didácticos analógico son herramientas que favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con las ciencias, en especial con la física. Además, que permiten a los estudiantes construir conocimiento y entender fenómenos.

De lo anterior se extrae que los estudiantes inicialmente definían con más frecuencia los conceptos, las situaciones y los dibujos relacionados con las magnitudes objeto de aprendizaje con características transposicionales, es decir, definiciones, respuestas y dibujos alterativos o parecidos a las respuestas elaboradas. Después de la intervención se manifiesta un afianzamiento del aprendizaje, pues los estudiantes definen, responden y realizan dibujos con características ontológica para el caso de la masa y funcionales para el peso y la gravedad; en las analogías realizadas exhibieron modelos elaborados a través de la conceptualización y comprensión de la relaciones e interacciones que se presentan entre las magnitudes objetos de aprendizaje.

El presente trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se abordan algunos trabajos de grado e intervenciones didácticas similares, los cuales ayudaron a dilucidar elementos importantes a la hora de plantear esta intervención. En este capítulo también se incluyó la justificación de esta intervención y en la cual se resalta la importancia de la propuesta, los aportes que se genera y la solución que ofrece al problema especificado. Por último, se plantean la pregunta de investigación y los objetivos de la intervención.

En el capítulo 2 está el marco teórico en el que se fundamenta la propuesta, mientras que en el capítulo 3 se profundiza en el diseño metodológico, en la caracterización de la institución, en la caracterización de la población y en la elección de la muestra, pasando también por el tipo de investigación dentro del cual se enmarca el presente trabajo, la técnica y los instrumentos de recolección de la información y, finalmente, por una descripción las fases en las que se desarrolla la intervención y sus momentos.

En el capítulo 4 se analizan los resultados de la intervención y se genera una discusión acerca de la misma. Finalmente, en el capítulo 5 se plantean las conclusiones y se proponen algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

Capítulo 1

1.1 Antecedentes

La enseñanza de las ciencias, al igual que cualquier otra disciplina cambia de acuerdo a aportes en diferentes ramas y enfoques de reflexión en torno a los procesos que se movilizan en la educación formal, algunos de ellos son: las concepciones sobre ciencia (filosofía de la Ciencia), construcción de conocimiento científico (epistemología de la ciencia), sociología de la ciencia, teoría curricular, cognitivismo, entre otros.

Es así que en poco tiempo se han realizado investigaciones y prácticas que plantean múltiples perspectivas teóricas que pretenden explicar cómo se genera el aprendizaje en los seres humanos. Así mismo, entre los múltiples aportes que se generan desde diferentes vertientes, algunas investigaciones prácticas centradas en el aprendizaje de las Ciencias han demostrado que una manera eficaz de afianzar conocimiento es representándolo y partiendo de las ideas que trae el estudiante al aula, las cuales pueden acercarse significativamente a las representaciones científicas y que el docente puede contribuir en este proceso a partir de intervenciones específicas.

Desde la perspectiva de las representaciones, para un aprendizaje el individuo debe construir su propia perspectiva del mundo y de las condiciones que le rodean. Para esto es indispensable realizar una interpretación de la información proveniente de la percepción y de las vivencias dentro de los contextos. A la luz de lo anterior, desde el campo de la enseñanza de las ciencias naturales se han propuesto nuevas estrategias didácticas para la construcción del conocimiento mediante las representaciones mentales. A continuación, se retoman algunos estudios que se consideraron significativos para la construcción de esta propuesta.

A nivel internacional. El trabajo de Moro, Viau, Zamorano y Guiss, (2007), describe claramente el problema de la instrucción tradicional que se brinda en mecánica, pues al abordar dichos conceptos no son tomados con toda la consideración que se debería tener. El

Modelo Didáctico Analógico que se llevó a cabo en esta experiencia se fundamenta en la propuesta de Moro et al (2007) que citando a Brown y Clement (1989) en el cual se involucra al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva, en lugar de simplemente presentar la analogía.

Este modelo se desarrolla con las siguientes etapas: planteamiento del problema, discusión activa sobre el problema, dramatización analógica, trabajo con imágenes de los conceptos estudiados desde el análisis de alcance y el carácter predictivo.

El diseño metodológico de esta investigación se planteó de la siguiente manera: se parte de la hipótesis según la cual el grupo de estudiantes instruido a través del Modelo Didáctico Analógico conceptualizará mejor los conceptos de masa, peso y gravedad que un grupo de control, sobre el que no se emplearía el Modelo Didáctico Analógico. La distribución de ambos grupos fue de la siguiente forma: el grupo A (experimental) 35 alumnos y el grupo B (control) 36 alumnos. La muestra fue de 75 estudiantes y sus edades oscilaban entre 14 y 15 años.

El diseño de la investigación corresponde al de un estudio correlacional, cuasi experimental con prueba, posprueba y grupo de control. El objetivo fue evaluar la efectividad del modelo propuesto para el estudio de los conceptos masa, peso y gravedad.

Para analizar si la utilización del Modelo Didáctico Analógico fue efectiva, se empleó la prueba “t” de Student de comparación de media para muestras relacionadas, con el objeto de evaluar estadísticamente la eficiencia de la implementación del Modelo Didáctico Analógico. Después de la intervención se compararon los resultados obtenidos a partir de un test entre los grupos A y B. Los resultados muestran la evolución de ambos grupos después de la instrucción, sin embargo, se observa un mejor resultado en el grupo experimental, es decir, el que recibió la instrucción mediante el Modelo Didáctico Analógico.

A partir de la intervención, los autores consideran que las analogías brindan al estudiante la posibilidad de establecer una relación causal de los conceptos involucrados, lo que se asocia con una mejor comprensión del formalismo matemático involucrado. Así mismo proponen que la representación interna que se genera en la mente del estudiante a partir del estímulo externo que provoca el profesor, es el punto en que se debe centrar el esfuerzo de la investigación, con el fin de comprender los mecanismos del razonamiento analógico, sus virtudes y dificultades.

La experiencia en la enseñanza de los conceptos de masa, peso y gravedad muestra la dificultad que se presenta en su correcta conceptualización ya que no se derivan de sí mismos y requieren la construcción de modelos por parte de los estudiantes que les permitan aproximarlos a los modelos teóricos utilizados por la ciencia. Se comprobó que la implementación de un modelo analógico facilita abordar distintas categorías asignándoles un verdadero carácter ontológico y un marco formal adecuado.

Para finalizar, esta experiencia didáctica demanda resaltar que en la conceptualización de la gravedad, masa y peso se requiere la movilización de pensamientos que permitan la construcción de modelos mentales que se aproximen en diferentes niveles a la teoría propuesta por la ciencia.

Otro de los trabajos que brindaron un aporte importante a esta propuesta fue el desarrollado por Moro, Viau, Zamorano y Guissn (2007) y cuyo tema de estudio es la dificultad que presentan los alumnos para comprensión de los conceptos de masa, peso y gravedad.

Este trabajo se llevó a cabo en dos etapas: la primera consistió en la elaboración del perfil conceptual de los alumnos sobre los conceptos de masa, peso y gravedad, sobre el que se basaron para diseñar un Modelo Didáctico Analógico aplicado a dichos conceptos.

La segunda etapa consiste en el diseño de un Modelo Didáctico Analógico que comienza con contenidos temáticos relacionados con la ley de gravitación universal y el tercer principio de Newton. Estos contenidos llevan a concluir que el mecanismo de interacción entre dos cuerpos determina la existencia de fuerzas en la naturaleza; entre estas fuerzas destacan la fuerza de acción a distancia, como es el caso de la atracción gravitatoria. Según los autores para comprender esta fuerza es necesario sortear una dificultad conceptual adicional que es comprender la existencia del “agente transmisor” de dichas fuerzas.

Comentan los autores que es en este punto en donde se encuentra la dificultad inicial de los estudiantes y proponen que la utilización de una analogía puede ayudar a una correcta conceptualización. El modelo didáctico propuesto es introducir estos conceptos en alguna clase de juego concurso entre el profesor y los alumnos. Entre los objetivos del docente se destaca el de lograr la correcta adecuación de los conceptos involucrados mediante la correspondencia entre este modelo a gran escala y el modelo teórico objeto de la enseñanza.

El objetivo principal del trabajo fue elaborar el perfil conceptual con todas las concepciones que estuvieran presentes en alumnos de diferentes niveles educativos. Se trabajó con un total de 252 alumnos de cuatro instituciones educativas de la ciudad de Mar del Plata, con edades comprendidas entre 13 y 19 años y que se encontraban cursando el ciclo lectivo del año 2006.

Comentan los autores arriba citados que a caracterización de las zonas del perfil conceptual se realizó teniendo en cuenta los trabajos sobre concepciones alternativas y dificultades de los alumnos (Berg y Brouwer, 1991; Clement, 1982; Palmer, 2001) y mediante la utilización de determinados conjuntos de opciones de un cuestionario de respuestas múltiples, que permitieron obtener información de las zonas del perfil conceptual.

Los alumnos de todos los grupos respondieron el cuestionario dentro de los respectivos horarios de clases con una duración asignada de 30 minutos. Con los resultados

obtenidos realizaron la categorización de las respuestas para los conceptos de masa, peso y gravedad.

Los resultados de la primera etapa sostienen que la elaboración del perfil conceptual implica estructurar las ideas de los alumnos en zonas que suponen diversos compromisos epistemológicos y ontológicos.

Entre los resultados de esta investigación se destaca que la elaboración del perfil conceptual de los estudiantes se constituye en un instrumento para el planeamiento y análisis de la enseñanza de la Física. El aprendizaje de los conceptos podrá interpretarse como un cambio en los perfiles conceptuales. De modo que una tarea esencial del docente es ayudar a superar los conflictos epistemológicos e inducir a los alumnos a reflexionar sobre sus propias ideas para conducirlo a las ideas científicas. Para finalizar, es de resaltar que en esta investigación se plantean conceptos interesantes como los de la elaboración de un perfil conceptual de los estudiantes, ya que este se constituye como el punto de partida para la orientación adecuada de los conceptos.

A nivel Nacional. Dentro de los trabajos desarrollados sobre esta temática particular a nivel nacional, los que más aportaron a este trabajo fueron: el de Castaño, Chica, Gonzales y Grisales (2011), que es una propuesta de investigación educativa que parte de la línea de modelos y modelización, la cual, consideraron, posibilita que se desarrolle procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que relaciona conceptos y contenidos abstractos con la realidad concreta y cotidiana.

La investigación se llevó a cabo en un grupo de estudiantes del grado 5° de Básica Primaria de la I.E. Rosa María Henao Pavas, por medio de un estudio de casos colectivos de tipo descriptivo, a través del cual se pretendía reconocer los modelos expresados por los estudiantes sobre los conceptos masa y peso, e identificar el alcance de la aplicación de los modelos didácticos analógicos en el aprendizaje de los mismos. Con el propósito de superar

las dificultades que presentaban los estudiantes, relacionadas con los conceptos en mención, y que fueron identificadas a partir de una revisión bibliográfica rigurosa y de la intervención directa en el aula de clases, se diseñó una unidad didáctica que fue nombrada *Conociendo las propiedades de la materia*, dentro la cual se integraron los Modelos Didácticos Analógicos para fortalecer el aprendizaje de los conceptos masa y peso en el área de las ciencias naturales.

El estudio reveló la existencia de cuatro tipos de representaciones principales categorizadas por las investigadoras: los Modelos Elaborados, Modelos Semiestructurados, Modelos Alternativos y Representaciones confusas. La intervención subrayó la importancia de diseñar y aplicar analogías que no solo involucren el análisis de situaciones sencillas, sino que a su vez integren el componente experimental.

La intervención permitió identificar algunas dificultades de los estudiantes para el aprendizaje de los conceptos masa y peso, las cuales se consideraron de forma relevante en esta intervención: Indiferenciación entre los conceptos masa y peso, escaso conocimiento sobre las unidades e instrumentos de medida para la masa y el peso, y no hay un reconocimiento de la interacción existente entre los conceptos masa y peso en diferentes contextos. Y en la vertiente docente, la dificultad identificada más representativa fue la falta de secuencialidad de contenidos que genera vacíos en los estudiantes, impidiéndoles construir modelos conceptuales apropiados.

Como parte de las conclusiones, se recomienda integrar el componente experimental y procedimental en la configuración de analogía, con el propósito de facilitar el aprendizaje de los conceptos masa y peso en el aula de clase y, por otro lado, se propone que en el momento de emprender procesos de modelización se estructuren analogías contextualizadas que les permitan a los estudiantes comprender y explicar adecuadamente las situaciones presentadas en las mismas finalidades. Por otro lado, los aportes de esta investigación generan una

perspectiva más integradora en el proceso de aprendizaje; la cual se evidencia con la propuesta de integrar la experimentación en las aplicaciones analógicas permitiendo la generación de procesos metacognitivos.

En la misma línea que las autoras anteriores, se consideró interesante aludir a los aportes planteados en el trabajo realizado por Gómez Cano (2015), dentro de este la autora comenta que se observó algunas problemáticas en las aulas en las que se evidencia que, frecuentemente se presentan prácticas no inclusivas a los estudiantes con limitaciones auditivas.

El principal propósito de la investigación fue identificar el impacto que tenía la implementación de una estrategia didáctica que estimulara habilidades de pensamiento en los estudiantes de aula inclusiva de la Institución Educativa Ricaurte, con el propósito de promover la comprensión de los conceptos de masa y peso en mecánica clásica.

La propuesta tiene como tema central las categorizaciones del concepto de masa vista como cantidad de materia, masa inercial y masa gravitatoria. En este último se privilegiaron las observaciones y los diagramas, a partir de experiencias y experimentos que encaminaron a los estudiantes a describir y explicar los conceptos según sus experiencias vivenciales.

Entre algunas de las conclusiones de esta investigación se destaca que enseñanza de las ciencias presenta dificultades en el uso del lenguaje de señas colombiano, puesto que requiere significados según los contextos y no existe una entidad que regule el vocabulario de la enseñanza de la física en el lenguaje propio de los estudiantes sordos. Enfrentar esta dificultad requirió que para el material didáctico empleado en las actividades se privilegiara el uso de la observación como herramienta en el desarrollo de pensamiento científico de los estudiantes. Finalmente, esta investigación es importante debido a que permite brindar una visión más inclusiva en la programación de actividades académicas dentro del aula.

1.2 Justificación

La física como disciplina científica, indaga acerca del por qué y el cómo suceden los fenómenos naturales. Dicha disciplina está involucrada en la comprensión de muchas de las actividades cotidianas que realiza el ser humano, tales como: medir, permanecer en reposo, desplazarse, comprar alimentos, caminar, saltar, entre otras. Estas actividades hacen parte de contenidos académicos que para muchos estudiantes no tienen relación con la física.

En voces de muchos docentes, y que además corean muchos estudiantes, aprender física no resulta tan sencillo en el entorno escolar. Los autores comentan que esta dificultad se potencializa cuando en clases se abordan someramente los conceptos y se tratan de explicar de manera tradicional, sin que se recurra a la contextualización y a estrategias motivadoras de los fenómenos y conceptos objeto de aprendizaje.

Además, en un entorno escolar cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que los estudiantes sean partícipes de la transformación de sus procesos de aprendizaje desde una postura enriquecedora, que les permita el desarrollo de competencias propias de las ciencias naturales. Es importante que los estudiantes logren identificar, indagar y explicar fenómenos naturales, lo cual puede derivar en una adecuada comprensión y elaboración de inferencias, lo cual, a su vez puede posibilitar la atribución de sentido a la teorización y a las explicaciones que tanto el docente como los textos escolares pretenden comunicar a sus estudiantes en relación a fenómenos físicos apreciables su entorno.

Entre los conceptos esenciales para comprender muchos procesos físicos se destacan los de masa, peso y gravedad y las relaciones que se generan entre ellos. Es de suma importancia comprenderlos debido a que estos son fundamentales para el aprendizaje y comprensión de otras magnitudes en ciencias naturales. No obstante, durante las actividades

académicas los estudiantes presentan dificultades para conceptualizarlos y comprender sus interacciones después de haber abordado la temática con modelos tradicionales.

En consonancia con lo anterior, el presente trabajo de investigación da cuenta de la implementación de una propuesta didáctica fundamentada en un Modelo Didáctico Analógico cuyo objetivo es el aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad y a la vez romper los paradigmas que los estudiantes tienen sobre la física en la medida en la que puedan vincularla a su vida cotidiana, apropiándose de elementos conceptuales fundamentales en dicha disciplina.

Es así, que recopilar e interpretar información para dar respuesta a dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión y conceptualización de fenómenos físicos, es el punto de partida del presente trabajo, que está encaminado a plantear una forma novedosa para los estudiantes para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos masa, peso y gravedad.

El enfoque de la investigación es cualitativo de tipo descriptivo y se lleva a cabo en cuatro fases: en la primera fase se realizó una caracterización de la población para recoger datos generales del contexto. En la segunda fase se realiza la planeación de la intervención la cual se desarrolla en cinco momentos. La tercera fase consistió en la aplicación de la intervención a través de un Modelo Didáctico Analógico cuyo objetivo era favorecer el aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad. El Modelo Didáctico Analógico seleccionado para la intervención se estructuró y aplicó teniendo como referente a Moro et al (2007) quien citando a Brown y Clement (1989), proponen como principio de trabajo involucrar al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva.

Con la implementación de modelos didácticos analógicos se buscó que los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Miguel Antonio Caicedo Mena construyeran sus

propias analogías, posibilitando la reestructuración del conocimiento, mediante la comparación de conceptos, ideas, dibujos; además de realizar predicciones, descubrir, inferir y establecer similitudes y diferencias entre los temas abordados facilitando así el desarrollo de un pensamiento científico que puede ser aplicado en eventos cotidianos, académicos y sociales durante posteriores etapas de su vida.

1.3 Planteamiento del problema

La investigación educativa tiene muchos propósitos, entre los cuales es posible mencionar la interpretación de procesos e identificación de tendencias educativas que respondan a las necesidades actuales de los educandos. Así mismo, en cuanto a la didáctica los docentes son esenciales en los procesos de transformación de la enseñanza de las ciencias, pues ellos deben de estar preparados para asumir las innovaciones pertinentes que generen cambios en la actitud hacia los aprendizajes que presenten los estudiantes.

Las innovaciones didácticas en concordancia con los Lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje, generan un aprendizaje contextualizado necesario para la adquisición de competencias en los estudiantes.

Al respecto, Garcia (2015), citando al Ministerio de educación Nacional (2006) en lo referente a los estándares en ciencias naturales expresa:

Se pretende enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que surjan nuevas preguntas que conducen a construcciones conceptuales más complejas, esto implica la revisión continua de los conceptos, de manera que los estudiantes tengan el espacio y el tiempo de aproximarse varias veces a los mismos problemas, pero profundizando en su comprensión, en los modelos empleados para explicarlos y solucionarlos al emplear las herramientas nuevas que están adquiriendo (p 15).

El mismo autor continúa afirmando:

Su orientación apunta hacia el logro de un aprendizaje significativo, desde el contexto que rodea al estudiante, brindándole las bases necesarias para que pueda acercarse gradual y rigurosamente al conocimiento y la actividad científica, a partir de la indagación, alcanzando procesos cada vez más complejos (p.14).

Al realizar lectura de los estándares en ciencias naturales (2006) se evidencia que, desde los primeros años de escolaridad los estudiantes tienen acercamiento cognitivo con los conceptos de masa, peso y gravedad, lo que se supone que culminando la básica primaria y secundaria ya deberían de conceptualizar y determinar adecuadamente las relaciones básicas existentes entre ellos, sin embargo, esto no suele suceder en la I.E. Miguel Antonio Caicedo Mena, por lo que el docente debe retomar las mismas temáticas de años anteriores ocasionando un retraso en la programación establecida.

Como se puede inferir los alumnos presentan las siguientes dificultades: definiciones alternas de los conceptos masa, peso y gravedad; indiferenciación entre los conceptos masa y peso, y, por último, no reconocen la interacción existente entre la masa, el peso y la gravedad en diferentes contextos.

La comprensión y apropiación de estos conceptos en física puede verse influenciada por el contexto en el que con mayor frecuencia se suelen utilizar, por el desarrollo cognitivo, por lo abstractos que pueden llegar a ser, por las ideas previas que se tenga de ellos, por el desconocimiento epistemológico, por las metodologías poco activas, etc. Todo lo anterior ha derivado en un aprendizaje teórico y poco significativo, que en poco tiempo suele olvidarse en vista de la imposibilidad de atribuirle sentido.

Así las cosas, resolver las dificultades en la conceptualización y comprensión de los conceptos masa, peso y gravedad, en el grado noveno, es una necesidad apremiante teniendo en cuenta que en los siguientes grados (10 y 11) se abordan temas que integran dichos conceptos con un grado de complejidad mayor.

En consecuencia, a lo descrito anteriormente, en este trabajo se pretende analizar las definiciones, ideas, propuestas y dibujos realizados por los estudiantes, desde las categorías propuesta por Domenech (1992) y las analogías realizadas por los estudiantes según sus características internas.

Posteriormente se aplica una secuencia didáctica fundamentada en un Modelo Didáctico Analógico para facilitar la conceptualización y comprensión de los conceptos masa, peso y gravedad.

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, tanto curricular como contextualmente, se plantea la siguiente pregunta problematizadora:

1.3.1 Pregunta de investigación. ¿De qué manera la aplicación de una secuencia didáctica fundamentada en modelos didácticos analógicos genera aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Miguel Antonio Caicedo Mena del municipio de Quibdó?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Identificar de qué manera la aplicación de una secuencia didáctica fundamentada en modelos analógicos genera aprendizaje de los conceptos masa, peso y gravedad.

1.4.2 Objetivo específicos

- Explorar las representaciones iniciales de los estudiantes
- Elaborar e implementar una propuesta didáctica analógica que facilite la transición de las ideas previas al concepto aceptado masa, peso y gravedad
- Evaluar el aprendizaje adquirido de los conceptos masa, peso y gravedad mediante las analogías realizadas.

Capítulo 2

2.1 Marco Conceptual

Para empezar, es preciso recordar que la apropiada comunicación que se establece entre los docentes y estudiantes es fundamental en la generación de conocimientos propios de la ciencia en las aulas. Esta comunicación integrada con estrategias y herramientas alternativas a las tradicionales puede contribuir en la generación de ambientes de aprendizaje idóneos para la construcción de conocimientos aplicables en diferentes áreas de saber y en contextos donde se encuentren los estudiantes.

Para efectos de esta investigación se consideró que la apropiación y la comprensión de los conceptos en física, por parte de los estudiantes, es compleja y esta complejidad suele acentuarse dependiendo las condiciones socioeconómicas, afectivas y motivacionales que presentan los estudiantes en determinado momento del aprendizaje.

Así mismo, se debe tener en cuenta que el dominio del área, por parte de los docentes de la institución educativa donde se realizó la intervención no es suficiente para lograr motivación, entendimiento y aprendizaje por parte de los estudiantes. Para enfrentar estas dificultades se consideró fundamental la implementación de estrategias, metodologías y herramientas didácticas que capten la atención y generen disposición en los estudiantes para la comprensión e interiorización de conceptos científicos.

Para plantear el enfoque teórico, que sustenta la presente investigación, se esboza una referenciación de los conceptos y los fundamentos de las teorías alusivas a: en primer lugar los modelos mentales, los cuales se complementan con la modelación, seguidamente las analogías, se continua con las representaciones y finalmente se define el concepto de aprendizaje desde el cual se concibió la propuesta.

2.2 Modelos Mentales

La psicología cognitiva ha sido una rama de conocimiento que ha permitido a educadores orientar la comprensión de los procesos de aprendizajes. Entre los aspectos a destacar para efectos prácticos, se retoman los elementos que intentan describir las representaciones internas que las personas construyen de su conocimiento sobre el mundo.

Es así que Galagovsky y Aduriz-Bravo (2001), citando a Izquierdo (1999), plantean que “a partir de las investigaciones en psicología y en ciencias cognitivas, sabemos que apropiarse de cualquier aspecto de la realidad supone representárselo, es decir, construir un modelo mental de esa realidad” (p. 232).

Mientras que en el trabajo de investigación realizado por Castaño et al (2011) citando a Gallareta y Merino (2005), plantea que “los modelos mentales (...) se refieren al modelo como constructo humano, que inicialmente existe en la mente de una persona y está mediada no solo por las características biológicas sino por los contextos sociales en los cuales se construyen” (p.15).

Los modelos mentales son frecuentemente utilizados para transmitir ideas, apreciaciones o conceptos. Es así como son usados frecuentemente por personas inmersas en diversas ramas de conocimiento y también por los docentes, quienes hacen uso de ellos para facilitar la comprensión o la enseñanza de contenidos que involucran diversos fenómenos. Su uso en el aula hace que los estudiantes ejerciten sus capacidades cognitivas para construir modelos mentales que luego comunican para dar a entender y comprender modelos conceptuales.

En articulación con lo anterior, se consideran de suma importancia los aporte que hacen sobre el tema Aduriz Bravo, Garafalo, Greco y Galagovsky (2005), en el que citando a Galagovsky et al (2003) plantean:

Los docentes simplificamos los modelos científicos y construimos nuestros propios modelos mentales acerca de ellos. Para comunicar a los estudiantes estos modelos de ciencia escolar, utilizamos una variada gama de representaciones didácticas, que involucran complementariamente diferentes lenguajes verbales, gráficos, visuales, matemáticos etc (p.1).

En otras palabras, en esta intervención se trata de hacer uso de unas de las características esenciales de la vida en sociedad y que permite conservar un entramado de pensamientos que se perpetúan en la historia y permiten una evolución constante de conocimientos. En este orden de ideas, Bravo et al (2005) citando a Galagovsky y Aduriz-Bravo (2001), consideran que “los estudiantes construyen sus propios modelos mentales idiosincrásicos en función de la información que reciben de los profesores y de los textos. Estos suelen estar basado en el sentido común y ser muy cercano a la realidad perceptible” (p. 1).

Del análisis de los aportes citados anteriormente se puede entender la importancia que tiene el hacer uso de una comunicación adecuada, pues esta, como elemento esencial de los procesos de enseñanza-aprendizaje, enrután los procesos cognitivos en los estudiantes. Actividades como describir y explicar fenómenos no perceptibles, requieren de un entramado de conocimientos y habilidades mentales que permiten construir a través de las palabras la representación de hechos y fenómenos con sentido.

Así las cosas, se puede concluir que la evolución de los modelos mentales de los alumnos es consecuencia de la evolución cognitiva que se genera por la interacción entre los modelos mentales y las representaciones didácticas de esos modelos; y entre estas representaciones se destacan las analogías.

2.3 La modelación

Continuando con los procesos cognitivos, se hace necesario destacar que todo sujeto emprende una búsqueda teórica de hechos ocurrentes en su alrededor, y para esto escucha explicaciones, la analiza, la interpreta y le da un sentido según su percepción. Estos procesos nos conllevan a acudir a un concepto que en la actualidad esta siendo objeto de aplicación en ciencias y en muchas otras áreas del saber; es el caso de la modelación; este interesante recurso que permite caracterizar fenómenos por medio de imágenes, símbolos, fórmulas matemáticas entre otras, conlleva a descubrir y entender e interpretar cualidades que poseen los objetos de estudio.

Es así que en algunas investigaciones como la de Sandra Milena Londoño Orrego y Lina María Muñoz Mesa, de la facultad de educación de la Universidad de Antioquia en su trabajo de maestría en educación comentan que el Ministerio De educación Nacional citando Treffers y Goffree (s/f) que se refieren a la modelación como: “una actividad estructurante y organizadora, mediante la cual el conocimiento y las habilidades adquiridas se utilizan para descubrir regularidades, relaciones y estructuras desconocidas (p.46).

En este mismo documento las autoras relacionan a Blum (2007) quien aporta “ la modelación juega un papel que le otorga importancia al desarrollo de competencias en los estudiantes dentro del proceso de construcción de modelos, su interpretación, argumentación y validación con las respectivas situaciones reales” (p. 46).

Así mismo Ileana María Greca y Marco Antonio Moreira en su trabajo Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización presentado en la Décima reunión de enseñanza de la física en la ciudad de Mar del Plata citando a Halloun, (1996) comentan “ el proceso de modelización está siendo entendido como el aprendizaje de una serie de pasos para identificar solo aquellos elementos saliente de un sistema y para evaluar, según distintas reglas, el modelo escogido”(p. 115).

Así las cosas la modelación que realizan los estudiantes fundamentada en la construcción de modelos mentales resulta indispensable para comprender y comunicar ideas, realizar inferencias fortaleciendo así procesos cognitivos de orden superior; pues permiten construir, describir, relacionar, explicar, analizar, predecir y modificar situaciones a través de la reestructuración y acomodación de información proveniente de diferentes contextos.

2.4 Las Analogías

Dentro de la presente investigación las analogías destacan como componente esencial, debido a que son empleadas como herramientas para fortalecer el aprendizaje de los conceptos masa, peso y gravedad por parte de los estudiantes. Lógicamente para conocer la temática hay que definirla, saber hacia dónde va orientada, quienes la dirigen y hacia quienes van dirigidas sus aplicaciones.

La aplicación de analogías se viene utilizando con frecuencia en muchas ciencias, en especial en la enseñanza de las ciencias naturales. En la actualidad es común encontrar artículos e investigaciones que proponen la aplicación de esta estrategia como idónea para explicar conceptos y contenidos en el aula de clases. Es así como Unas Herrera (2012) cita a José María Oliva (2005) que define la analogía de la siguiente manera:

Las analogías son comparaciones entre nociones, conceptos, principios, leyes, fenómenos, etc. que mantienen una cierta semejanza entre sí. Constituyen un recurso frecuente en el contexto escolar cuando el profesor, por ejemplo, pretende hacer más comprensible una idea compleja y utiliza para ello otra que resulta más conocida y familiar para el alumno. La noción o sistema que se requiere aclarar se denomina objeto o blanco, según los autores, mientras que el utilizado como referencia se denomina análogo, ancla o fuente.

El uso de analogías aparece ligado, de una parte, al aprendizaje en el ámbito conceptual, por ejemplo, como ayuda en la comprensión y desarrollo de

nociones abstractas o como recurso dirigido a cambiar las ideas intuitivas ya existentes. De otro, aparece también ligado al aprendizaje y desarrollo de procedimientos científicos, como el reconocimiento y diferenciación de conceptos, el establecimiento de las relaciones causales, la elaboración de predicciones, la formulación y evaluación de hipótesis, la evaluación de datos a favor y en contra de los modelos y teorías. En suma, las analogías pueden constituir instrumentos idóneos para desarrollar la creatividad, la imaginación y las aptitudes necesarias para el uso crítico de modelos científicos y para ser capaz de modelar la realidad por uno mismo (p.23).

Así mismo, otros autores como Gonzales, Moreno y Fernández (2002), citando a Clement, (1988 y 1991), Dui (1991) y Glynn (1991), expresan de las analogías lo siguiente:

Las analogías son herramientas poderosas que se utilizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje para hacer familiar aquello que no es muy asequible. Permiten relacionar una situación cotidiana para el alumno (análogo) con otra desconocida o nueva (tópico) facilitando la relación de la información y la elaboración de estructuras de conocimiento más comprensibles. Contribuyen de esta forma, a un aprendizaje menos memorístico y más significativo (...) (p.1).

Para el desarrollo de esta propuesta se consideró importante que para la construcción de conocimientos científicos se deben proponer ejemplos que deben ser vivenciados, es decir tener una experiencia real donde la información percibida por los sentidos genere ideas que sean extrapoladas sintácticamente a través teorías intuitivas desde la perspectiva de quien la vive y la expresa.

Por otro lado también se consideró relevante el aporte de Moro et al (2007) cuando cita a Galagovsky y Adúriz Bravo (2001) quienes definen las analogías como “dispositivos

didácticos facilitadores del aprendizaje de conceptos abstractos, los cuales utilizan conceptos y situaciones que tienen un claro referente en la estructura cognitiva de los alumnos; este referente se relaciona analógicamente con los conceptos científicos cuyo aprendizaje se requiere facilitar” (p. 274).

2.4.1. Funciones de las analogías. Aunque la definición antes mencionada nos brinda elementos esenciales para comprender las analogías, es preciso ampliar su posibilidad de aplicación. En este aspecto es relevante Linares López (2004) quien se refiere a las funciones que deben cumplir las analogías, citando a Duit y Wilbers (2000) comentan :

1. Una función educativa, cuando un profesor o un libro de texto presenta una analogía con un propósito educacional.
2. Una función heurística, cuando el aprendiz intenta hacer uso de la analogía provista.
3. Una función explicativa, cuando los investigadores analizan la interacción entre las funciones educativa y heurística desde la perspectiva de su meta nivel (p.94).

En ese mismo documento, Linares López (2004) cita a Gonzales (1997) quien a su vez citando a Ortony (1975) plantea que las analogías pueden cumplir distintas funciones en el ámbito educativo:

1. Pueden utilizarse como un conjunto compacto de instrucciones para reconstruir la experiencia de los sujetos.
2. Permiten expresar algunas experiencias difíciles de describir en términos puramente lingüísticos sin tener que recurrir a una descripción literal que resultaría difícil.
3. Son un medio de comunicación vivo cercano a nuestra experiencia perceptiva, cognitiva o emocional (p.94).

En síntesis, para poder hacer uso de las analogías dentro del ambiente escolar es imprescindible identificar las múltiples circunstancias en que estas pueden ser aplicadas y en esta intervención las analogías son un medio de comunicación vivo cercano a nuestra experiencia perceptiva, cognitiva y emocional que se manifiesta al describir, expresar y realizar procesos de orden superior en la búsqueda de respuesta.

2.4.2 Características de las analogías. En este aspecto, Unas (2012) cita a algunos autores que explican algunas características fundamentales de las analogías; al respecto en este documento Gentner (1989), citado por González (1997), en su teoría de la extrapolación estructural, plantea dos tipos de características, unas internas y otras externas.

2.4.2.1 Características internas. las características internas que debe tener una analogía, citadas textualmente, son:

1. Claridad, que es la precisión en la correspondencia, tanto en términos de la extrapolación de un solo objeto y muchos objetos de otro dominio, como el grado de relación heterogénea entre muchos objetos;
2. Riqueza, que se refiere al número de relaciones extrapolables por objeto;
3. Sistemática, que describe el grado en que las relaciones extrapoladas participan en relaciones de orden superior;
4. Abstracción, que se refiere al nivel jerárquico del que se extraen las relaciones extrapoladas (p.26).

2.4.2.2 Características externas. En cuanto a las características externas de la analogía, las principales señaladas son:

1. Especificidad base, que es lo mismo que el grado de conocimiento explícito sobre el dominio análogo.

2. validez, que describe la verificabilidad de las relaciones importadas en el dominio objetivo;
3. Alcance, que corresponde a la aplicabilidad del análogo a varios dominios objetivo (p.97).

2.4.3. Tipos de analogías. Las analogías son muy variadas y esto las hace muy valiosas para mejorar el entendimiento de algunos conceptos en física. Por ello, aunque se note recurrente es inestimable el aporte que el trabajo de Bravo et-al (2005) hace sobre este particular y que plantea lo siguiente:

Se puede recurrir a tres tipos de analogías a saber:

2.4.3.1 Metáforas. Este tipo de analogías supone la utilización de un dominio base poético.

2.4.3.2 Pares de representaciones concretas analogable . Se trata de una nueva tipología que rescata la forma didáctica más frecuentemente usada de analogías, que se basa, fundamentalmente, en mostrar la similitud entre pares de imágenes, o gráficos, o esquemas.

2.4.3.3 Análogos concretos. Un análogo concreto es una comparación hecha por el docente, que hace referencia explícita a algún elemento de la vida cotidiana como dominio base de la analogía (pp. 3 y 4).

Las analogías son las representaciones más comunes, y este trabajo se fundamenta en su uso como estrategia de enseñanza y aprendizaje de los conceptos masa, peso y gravedad. Mediante esta estrategia se pretende lograr que los estudiantes reconstruyan sus nociones e ideas iniciales acerca de la esencia de estos objetos de aprendizajes, además de que comprendan las relaciones existentes entre ellos.

Comúnmente para construir una analogía, el sujeto elabora un modelo mental de la situación análoga que se toma como referencia con la cual construye un modelo sobre la

nueva situación o problema que se quiere entender. Seguidamente, entre ambos ha de mediar un modelo que sirva de puente y recoja los atributos y relaciones comunes a los dos sistemas que se comparan. Desde esta perspectiva, una analogía puede considerarse como un modelo de segundo orden que se verifica, a su vez, a partir de la activación de otros modelos.

2.5 Modelo Didáctico Analógico

Es de suma importancia reconocer aquí un concepto esencial en esta investigación, en el sentido que precisa en el tema central de la aplicación. Volviendo a autores citados anteriormente se recurre a Castaño et al (2011) quien citando a Dagher, (1995), dice:

(...) todo sujeto construye modelos mentales que le permiten operar dentro de cada ámbito de su desempeño. En particular, en el ámbito de las ciencias constituyen modelos de trabajo; a nivel educativo, sirven para ayudar a comprender una determinada noción o fenómeno, que se denomina objeto, problema o blanco, a través de las relaciones que establece con un sistema análogo al que también se denomina ancla, base o fuente y que resulta para el alumno más conocido y familiar (p.18).

Así mismo la autora anteriormente citada plantea:

(...) los modelos mentales que elaboran los alumnos a partir de los modelos científicos que se les enseña tiene un componente analógico relevante, que como han afirmado autores como Gilbert y otros (1998) o Harrison y Treagust (2000), ya que posibilitan la construcción de los conocimientos científicos (p.18).

Por otra parte, Bravo et al (2005) citando a Galagovsky y Bravo (2001) y a Haim y Cols (2003) lo sintetizan aún más cuando plantean que “los modelos didácticos analógicos constituyen una estrategia original de enseñanza que implica la construcción activa, por parte de los estudiantes, de los elementos del dominio base de la analogía” (p.4).

En lo concerniente al área de Ciencias Naturales, los modelos didácticos analógicos surgen como una valiosa herramienta para la enseñanza y aprendizaje de los contenidos abstractos y científicos ya que posibilitan relacionar los conceptos que presentan los textos y los docentes con los modelos mentales que poseen los estudiantes, igualmente permiten reorientar el conocimiento para permitir la toma de conciencia por parte de los alumnos sobre los procesos y eventos cognitivos que llevan a un aprendizaje.

En suma, en esta propuesta se emplean los modelos didácticos analógicos como el fundamento de la secuencia didáctica, con el fin de potenciar la Competencia de Representar en los estudiantes.

2.6 Las representaciones

En cuanto a este aspecto y como ya es conocido por los investigadores, en el proceso de enseñanza y aprendizaje es vital transmitir y recibir informaciones claras que puedan ser interpretadas acertadamente, dentro de esto la forma en que se hace resulta esencial. En la actualidad el ser humano como ser naturalmente social ha creado un sin número de herramientas para comunicarse. Algunos autores han escrito sobre el particular y han centrado su interés sobre las formas de comunicarnos, especialmente en la forma en la que el ser humano trasmite sus ideas y conocimientos.

Sobre este punto Tamayo (2006) habla sobre las representaciones y las delimita al postular que “desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior” (p.39).

Resulta pertinente reconocer aquí que el significado de los fenómenos naturales puede ser producto de una transposición de elementos que cada individuo realiza conforme a las experiencias o acercamientos que ha tenido a estos; sin embargo, estas experiencias pueden ser comunicadas por medios de representaciones que presentan elementos entendibles y

comunes a quienes se pretenden comunicar, un ejemplo de este proceso es que el llevan a cabo los docentes de ciencias al tratar de transmitir los conceptos de este campo del saber a sus estudiantes. En ese orden de ideas Tamayo (2006) habla de las representaciones así:

Hoy en día se considera que no es posible estudiar los fenómenos relacionados con el conocimiento sin recurrir a la noción de representación. Se admite además que la pluralidad de sistemas semióticos permite diversificar las representaciones de un mismo objeto y de esta forma, amplia las capacidades cognitivas de los sujetos y, por tanto, sus representaciones mentales (p.41).

Quiere decir entonces que los sujetos pueden elegir entre una gran variedad de elementos aspectos esenciales que le permita transmitir el entendimiento de un fenómeno, sin que esta elección sea la única forma de darse a entender. Así mismo, Tamayo (2006) plantea que “estas representaciones son construidas tanto por científicos como por cualquier otro sujeto. En el primer caso, se obtienen una teoría científica; en el segundo, una teoría intuitiva acerca del mundo” (p. 39). Y continúa hablando de las representaciones cuando expone que:

Los conjuntos de signos o de símbolos que representan algo pueden ser externos o internos. Por ejemplo, los mapas, los diagramas y los dibujos son tipos de representaciones externas, elaboradas con propósitos comunicativos y producidos por acciones intencionadas o no intencionadas de las personas, que usamos permanentemente en nuestras vidas. También lo son las palabras y otras notaciones simbólicas de uso común, por ejemplo, que empleamos en los campos de la física, la química y las matemáticas. Estas representaciones externas son también conocidas como representaciones semióticas. (p.39).

Por otra parte, Callone (2015), citando a Moreira y otros (2002), hablan sobre las representaciones de la siguiente forma:

La comprensión de un fenómeno natural, requiere de la construcción de modelos mentales que actúen como análogos estructurales de aquel, como intermediarios a la luz de los cuales adquieran significado los conceptos científicos y las relaciones que se establecen entre ellos. Para el mismo autor, los modelos conceptuales son representaciones externas compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee (p. 17).

Como es ampliamente conocido, la ciencia utiliza para construir y comunicar los conceptos representaciones semióticas externas y por tanto el aprendizaje de los conceptos científicos está ligado al de estas representaciones y al de su proceso de formación y transformación.

2.7 Aprendizaje

Es amplio el estudio dedicado a el aprendizaje. Son numerosas las teorías que se dedican a explicar y describir cómo se logra y que circunstancias y factores influyen en este aspecto tan importante para el desarrollo intelectual y social del ser humano. Dentro de ese campo teórico tan enorme, para este trabajo resulta pertinente lo que postula Lima (2014) al citar a Howe (2009):

(...) los procesos de aprendizaje, son las acciones que ejecutan los estudiantes para alcanzar los objetivos educativos propuestos, los cuales se realizan a través de un proceso de introspección, en el que cada estudiante toma como suyos los nuevos conocimientos mediante estructuras cognitivas previas (p. 12).

Seguidamente Lima (2014) define los estilos de aprendizaje, al citar a D'Lefever (2003) como “el conjunto de características psicológicas que suelen expresarse simultáneamente cuando una persona debe afrontar una situación de aprendizaje, se refiere a

las diferentes formas en que un estudiante puede aprender” (p.12) y estas, según la misma autora son:

Auditivo: Aquí se sitúan los estudiantes que aprenden a través del oído, una película con sus voces, el audio, la música, canciones y exposiciones entre otras.

Visual: Los estudiantes aprenden por la vista, por medio de los colores, imágenes, organizadores gráficos, mapas mentales, mapas cognitivos y mapas conceptuales.

Kinestésico: Los estudiantes asimilan de una forma activa, se mueven, realizan deportes, rondas, dramatizaciones, hacen, crean, con un lenguaje corporal (p.12).

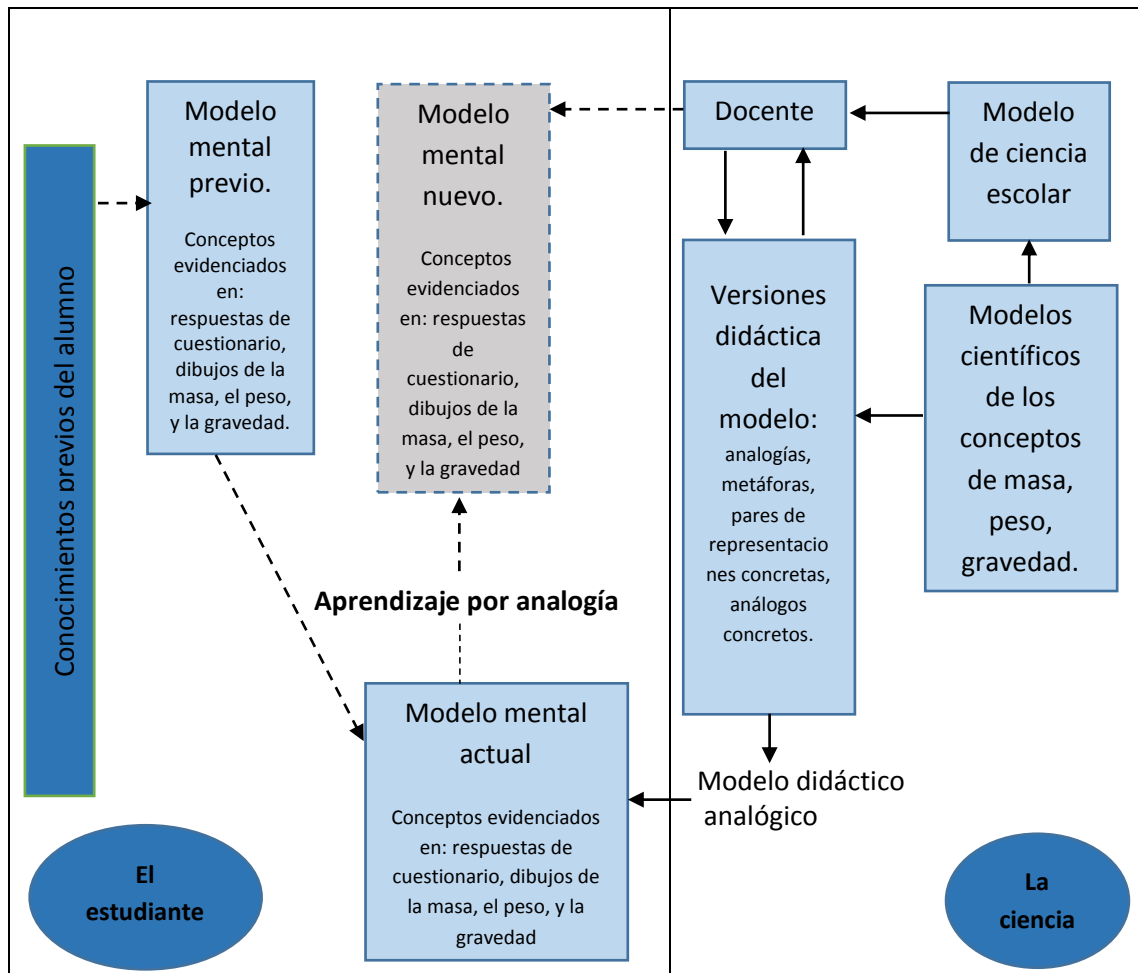


Figura 1. Esquema del aprendizaje a través del Modelo Didáctico Analógico. Elaboración autores.

2.8 Clasificación de los conceptos en ciencias experimentales

Domenech (1992) cita a Driver (1981) al plantear que “(...) la didáctica ha puesto de manifiesto la necesidad de concebir el aprendizaje como un proceso de construcción activa de significados en que las concepciones intuitivas o espontáneas de los alumnos desempeñan un papel transcendental” (p. 223). Así mismo, cita a Hewson (1981) y a Posner et al. (1982) cuando propone que “la construcción de conceptos científicos aparece como núcleo central del proceso de aprendizaje” (p. 223). Y siguiendo la misma línea, comenta que Driver y Erikson (1983) plantean que “el aprendizaje debe considerarse como un proceso dinámico, complejo e interactivo, los propios conceptos científicos deben ser juzgados en su complejidad y dinamismo” (p. 224).

Para Domenech (1992) “la comprensión y definición de los conceptos utilizados en las ciencias experimentales es complejo y puede abordarse desde diferentes puntos de vista filosóficos” (p. 224). Y citando a Hempel (1988) considera que “una definición puede considerarse como una estipulación que relaciona explícitamente determinados entes entre sí, de forma que uno de ellos, *el definendum*, se extrae de determinadas relaciones entre otros, el *definiens*, cuyo significado ya está determinado” (p. 224).

Domenech (1992, p. 224), también ha propuesto una clasificación en categoría de los diferentes conceptos de masa fundamentadas en sus connotaciones propiamente físicas, semánticas y cognitivas.

Estas categorías son:

Categoría ontológica: Cuando las magnitudes se definen como propiedades esenciales que delimitan su interpretación.

Categoría funcional: La magnitud se concibe como responsable de la posesión de determinadas propiedades o tendencias, o el ejercicio de determinadas respuestas u operaciones por el sistema físico a los que se atribuye.

Categoría operacional: Las magnitudes físicas pueden considerarse como conceptos métricos (Hempel,1988), expresables como números que derivan de medidas directas o de cálculos. Esto implica la existencia de determinadas conexiones empíricas que se concretan en mediciones y, por tanto, suponen la elección de procedimientos, instrumentos y unidades de medida.

Categoría relacional: Aquí las definiciones pueden considerarse como relacionales, esto es, en ellas el definendum (concepto) deriva del definiens (desarrollo de la idea) por medio de una relación matemática específica.

Categoría transposicional: En ella el definendum (concepto) recibe su significado por identificación, oposición o condicionante directo de un definiens (desarrollo de la idea, expone en que consiste el concepto).

El mismo autor plantea que estas categorías también son extensivas a otras magnitudes físicas (p.227).

Ahora, para avanzar es preciso incluir la definición que se hace de los conceptos Objetos de Aprendizaje encontrados en los libros de texto de ciencias naturales que con frecuencia son utilizados por docentes de la institución.

Al revisar el concepto de masa en este texto, las autoras Gonzales y Gonzales (2006) definen a la masa como “la cantidad de materia que tiene un cuerpo” (p. 106). El concepto de peso se define como “la medida de la fuerza de atracción entre la tierra y los cuerpos. Esta atracción se denomina fuerza de gravedad y depende de la masa de los objetos (p.106). Así mismo, en el texto del grado séptimo (Gonzales y Gonzales, b, 2006) las autoras definen la masa como “la cantidad de sustancia que posee un cuerpo” (p. 147), y seguidamente vuelven a definir el peso como “La fuerza de atracción gravitacional y se conoce con el nombre de peso” (p. 147).

Capítulo 3

3.1. Diseño metodológico

En correspondencia con los objetivos planteados, la propuesta de investigación que se enmarca dentro del enfoque cualitativo y se inicia con el análisis de la didáctica empleada para generar aprendizaje centrada en contenidos abstractos. Para ello se procuró observar, estudiar, analizar, reflexionar y describir el problema objeto de estudio desde el contexto natural en que se origina (Hernández et al, 2006). Esto es explorar e interpretar las realidades y experiencias que giran en torno al objeto de estudio. Para ello se interactúa con los sujetos objetos de estudio, es decir con los estudiantes del grado noveno de la institución Miguel Antonio Caicedo Mena. El tiempo empleado en el trabajo es de dos años partiendo desde la etapa de planificación, aplicación, organización y sistematización de información.

Como ya es ampliamente conocido, el enfoque cualitativo es un proceso no lineal, interactivo y recurrente que no depende de una secuencia lógica, lo que brinda la posibilidad a los investigadores de incorporarse al campo, interactuar con la población objeto de estudio y recolectar los datos a través de técnicas e instrumentos, como la observación y el cuestionario.

La propuesta se afianza con la aplicación de las características de un estudio de caso, donde se observan, identifica y registra los comportamientos y conceptos de los estudiantes, para luego aplicar la estrategia elegida, y finalmente observar y registrar los cambios que se han logrado (Martens, 2005).

3.1.1 Contexto del trabajo. La Institución Educativa Miguel Antonio Caicedo Mena, está situada en el Municipio de Quibdó, entidad territorial Certificada del Departamento del Chocó. Esta I.E. cuenta con tres sedes; una rural ubicada en el corregimiento de Pacurita al oriente del Municipio, y en la que se atiende a estudiantes desde preescolar hasta grado quinto; y dos sedes urbanas, una de ellas ubicada en el barrio Poblado en el sur del municipio,

y la otra sede en el barrio Obapo. En ambas sedes se atienden los niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media.

Esta institución educativa es de carácter oficial, su nivel socioeconómico es de categoría uno, y atiende a una población en estado de vulnerabilidad. La mayoría de sus estudiantes provienen de familias desplazadas oriundas de diferentes municipios del departamento del Chocó y del área rural del municipio de Quibdó, donde se dedicaban al cultivo de la tierra, la pesca, la minería y la cría de animales.

La mayor parte de la población estudiantil pertenecen a la etnia negra, los mestizos e indígenas son minoría y presenta comportamientos propios de adolescentes. Muchos padres de familia se dedican a trabajos ocasionales informales como única forma de sustento de su familia. Asociado a esta se encuentra la problemática del acceso a la educación superior en la cual caen la mayoría de los jóvenes que no encuentran opciones de avanzar a la educación superior dada la escasez de recursos económicos con los que cuentan sus padres.

Los estudiantes del grado noveno tienen edades que oscilan entre los 14 y 17 años, en sus tiempos libres se dedican a la realización de actividades deportivas y recreativas patrocinadas por entidades del estado y para contribuir a los ingresos de sus hogares algunos realizan trabajos ocasionales como lavar carros, motos, ventas en tiendas de barrios, servicios domésticos, etc. Los estudiantes se relacionan constantemente con los miembros de su familia como los abuelos, tíos, hermanos, con la comunidad vecinal comprendida por sus amigos de barrio, equipos deportivos y recreativos, intercambios deportivos con otras instituciones y comunidades.

Existen instituciones y organizaciones, además de programas estatales y privados que influyen en el entorno y desarrollo social de los estudiantes de la institución, entre las que podemos mencionar están: El Sena, la Policía Nacional, el ICBF, Comfachocó, la diócesis de Quibdó, plan, Inder Quibdó etc.

3.1.2 Población y muestra. Hernández, Fernández y Lucio (2006), citan a Martens (2005) quien plantea qué “según el tipo de estudio se debe de determinar el tamaño de la muestra, para el estudio de casos, el tamaño de la muestra es de uno o varios casos” (p.563).

Así mismo Hernández et al (2006) cita a Creswell (1998, 2005) planteando que las muestras no probalísticas pueden ser “(...) homogéneas: Poseen un mismo perfil o características o comparten rasgos similares, su propósito es centrarse en el tema a investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social” (p. 567).

En concordancia con lo anteriormente descrito, se expone que el grado noveno de la Institución Educativa Miguel Antonio Caicedo Mena cuenta con una población de 25 estudiantes; la muestra objeto de estudio se escogió aleatoriamente y consta de 12 estudiantes, representados por 6 hombres y 6 mujeres.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

3.3.1 Técnica. Durante el proceso de construcción y aprendizaje de los conceptos, la técnica empleada fue la observación por parte de los investigadores. Para esta etapa del proceso Hernández et al (2006) plantean que entre los elementos potenciales a observar en una investigación se destacan “(...) el ambiente social, actividades individuales y colectivas, artefactos que usan los participantes y funciones que cubren” (p. 672). En consecuencia, los autores del presente trabajo observaron las actitudes de los estudiantes de los grupos y su compenetración durante la intervención para dar solución a los interrogantes y posibilitar la construcción del conocimiento a través del debate de opiniones (ver anexo 10).

3.3.2 Instrumentos. Para la recolección de la información se diseñó y aplicó el mismo cuestionario en dos momentos de la intervención. Las preguntas elaboradas por los investigadores son abiertas y enmarcadas en dos categorías: las definiciones de los conceptos objetos de aprendizaje y la comprensión de situaciones que relacionan de los conceptos objetos de aprendizaje (la masa, peso y gravedad).

3.4 Fases metodológicas

La intervención se desarrolla en tres fases:

3.4.1 Primera fase: Planificación. En esta fase se realizó la planeación de la estrategia de intervención, se determinó que esta se desarrolla en cinco momentos constituidos por actividades que buscaban involucrar a los estudiantes en la construcción de su conocimiento. Para cada actividad se plantearon los objetivos, las técnicas y e instrumentos a utilizar. Se seleccionaron los contenidos temáticos y se prepararon las guías de aprendizajes.

3.4.2 Segunda fase: Intervención. Se aplicó un Modelo Didáctico Analógico cuyo objetivo es favorecer el aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad en los estudiantes del grado noveno. Este modelo se estructuró y aplicó teniendo como referente Moro et al (2007) que citando a Brown y Clement (1989) que establecen como principio el

de involucrar al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva.

De este modo se pretende orientar a los estudiantes hacia un pensamiento crítico, que les permita procesar información y construir nuevos conceptos que conlleven a la búsqueda de explicaciones a los fenómenos relacionados con las magnitudes masa, peso y gravedad.

3.4.3 Tercera fase: Evaluación y análisis. En ella se realizó con la comparación de los resultados obtenidos de los cuestionarios sobre comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad. Igual procedimiento se realizó con los dibujos iniciales y finales. Esta comparación permite identificar los avances en el aprendizaje de los conceptos a través del Modelo Didáctico Analógico.

Las categorías de análisis fueron cuatro: Las definiciones de los conceptos, la comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad, las representaciones (dibujos) y las analogías que realizan los estudiantes de las magnitudes objeto de aprendizaje.

Lo anteriormente expuesto se describe en la tabla que se presenta a continuación y además se plantean los niveles de logros que se va a trabajar en la intervención.

Cuadro 1. Resumen de las categorías de análisis.

Categorías	Pregunta	Objetivos
1. Definición de conceptos	1	Identificar la definición que los estudiantes presentan de la masa. Se espera que la definición presentada sea la aceptada para la ciencia escolar.
	2	Identificar la definición que los estudiantes presentan del peso. Se espera que la definición presentada sea la aceptada para la ciencia escolar.
	3	Identificar la definición que los estudiantes presentan de la gravedad. Se espera que la definición presentada sea la aceptada para la ciencia escolar.
2. Comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad.	1	Identificar la magnitud con la cual los estudiantes relacionan la permanencia de los objetos en el suelo. Se espera que los estudiantes reconozcan la gravedad como la principal fuerza responsable de que los objetos permanezcan en la superficie terrestre.
	2	Identificar la magnitud con la cual los estudiantes determinan la aceleración de la caída de los objetos. Se espera que los estudiantes reconozcan que la velocidad de la caída de los objetos no depende de su peso.
	3	Identificar la relación que establecen los estudiantes de la masa y su aplicación en actividades cotidianas. Se espera que los estudiantes diferencien la acción de medir la masa con la del peso, al igual que los instrumentos y unidades de medidas.
	4	Identificar la relación que establecen los estudiantes entre el peso y diferentes lugares del universo. Se espera que los estudiantes reconozcan que el peso varía según el lugar
	5	Identificar la relación que establecen los estudiantes entre la masa y diferentes lugares del universo. Se espera que los estudiantes reconozcan que la masa es constante independientemente del lugar.
3. Representaciones (dibujos)	1. Masa	Identificar los elementos y características con las cuales los estudiantes representan la masa. Se espera que en los dibujos relacionen objetos de diferentes tamaños, la balanza como instrumento de medida, unidades de medida.
	2. Peso	Identificar los elementos y características con las cuales los estudiantes representan el peso. Se espera que en los dibujos relacionen diferencia de lugares, instrumento de medida, dirección de la fuerza, fórmula para calcularlo.
	3. Gravedad	Identificar los elementos y características con las cuales los estudiantes representan la gravedad. Se espera que los estudiantes en los dibujos relacionen la diferencia de lugares, la dirección de la aceleración, elementos con características de atracción y objetos con diferente masa; como determinantes de la atracción.
4. Analogías		Identificar la comprensión de la relación de la masa, peso y gravedad. Se espera que los estudiantes representen de manera kinestésica la relación masa, peso y gravedad o que ejemplifiquen con elementos cotidianos la relación de las magnitudes objetos de aprendizaje.

3.5 Diseño de Intervención

La presente intervención está orientada de acuerdo a la propuesta elaborada por Brown y Clement (1989), citados por Moro et al (2007), y que tiene como principio involucrar al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva. Para el desarrollo de la intervención se empleó el Momento de Afianzamiento del Aprendizaje, de ahora en adelante MAFA, la cual estuvo estructurada en cinco momentos que tenían como pretensión general involucrar activamente a los estudiantes en la construcción de su conocimiento.

3.5.1. Momento 1. Conceptualizaciones e ideas iniciales de los conceptos masa, peso y gravedad. Se llevó a cabo mediante cinco actividades que permitieron reconocer las conceptualizaciones, las ideas, relaciones y dibujos que presentan los estudiantes de las magnitudes masa, peso y gravedad.

3.5.1.1. Actividad a: Planteamiento de pregunta. En clase se les pidió a los estudiantes hacer cuatro grupos de tres estudiantes, intentar resolver el siguiente interrogante.
¿POR QUE CAEN LOS OBJETOS?

Es una actividad introductoria en la cual se les suministra una hoja a los estudiantes, por parte de los docentes, para que registren su respuesta al interrogante. El tiempo estimado para esta actividad es de 10 minutos y tiene como objetivo la exploración de ideas previas, y la construcción y organización de una hipótesis sobre el por qué ocurre el fenómeno.

Después se les solicitó a los estudiantes que expusieran sus respuestas, para luego pasar a argumentar y justificar el fenómeno desde las respuestas que habían dado. De este ejercicio se espera que los estudiantes expresen palabras claves que permitan ir encaminando las actividades que después se han de realizar.

3.5.1.2. Actividad b. Identificación de palabras claves sobre la pregunta planteada. Se registraron en el tablero las palabras y conceptos considerados clave para responder a la

pregunta y el desarrollo de la temática. Se espera que los conceptos y palabras propuestas estén dentro el marco de algunas propiedades de la materia.

3.5.1.3. Actividad c. Cuestionario inicial de definición de los conceptos masa, peso y gravedad. Se les solicitó a los grupos dar un concepto que definiera la masa, peso y gravedad. Tiempo reservado para esta actividad fue de 12 minutos (para detalles del desarrollo ver el Anexo1).

3.5.1.4. Actividad d. Aplicación de cuestionario inicial sobre situaciones relacionadas con las magnitudes masa, peso y gravedad. Se les suministró a los estudiantes un cuestionario que plantea situaciones e interrogantes relacionadas con las magnitudes de masa, peso y gravedad para responderlo en 20 minutos. El objetivo de esta tarea es brindar la oportunidad de compenetrarse, escuchar, cuestionarse, debatir y realizar operaciones de orden superior como lo son el análisis, la interpretación y la inferencia. En esta actividad se espera que cada estudiante realice su aporte a la construcción de la respuesta.

Posteriormente, cada grupo expuso su producción y la registró en una hoja de papel cartulina suministrada con anterioridad. Para instalar el conflicto cognitivo, se debatió sobre las respuestas, con el objetivo de arribar a un consenso en el concepto y en el vocabulario que contribuyera a comprender el fenómeno (ver el Anexo 2 para detalles).

3.5.1.5. Actividad e. Representaciones (dibujos) de la masa, peso y gravedad. Se les solicitó a los grupos que mediante un dibujo plasmaran la idea que tenían de la masa, el peso y la gravedad. Como orientación se les dijo que podían dibujar aquellos elementos donde ellos consideraban que se aplicaban o las acciones que especulaban que podían hacer. El tiempo estimado para llevarla a cabo fue de 12 minutos.

3.6. Momento 2: Coevaluación Actividades c, d y e del Momento 1

Se realizó mediante una actividad que consistió en realizar una coevaluación de las definiciones, ideas y dibujos realizados durante el primer momento. En ella se discutieron las

respuestas, ideas y opiniones que surgieron de cada grupo, en medio de un debate, teniendo como propósito la búsqueda de un consenso que diera respuesta a las preguntas y a los dibujos realizados por cada grupo. El tiempo otorgado a este ejercicio fue de 20 minutos.

3.7. Momento 3: Afianzamiento del Aprendizaje

Consistió en realizar actividades que permitieran la construcción de los conceptos de masa, peso y gravedad a través del uso de herramientas tecnológicas en las cuales se proyectaron videos, imágenes, documentales; se realizan lecturas y debatieron de temas. Los ejes principales que se abordaron fueron la teoría de la caída de los cuerpos propuesta por Galileo Galilei e Isaac Newton, la gravedad como una fuerza, la ley de gravitación universal, la aceleración, la fuerza, la distancia, el campo gravitatorio y, finalmente, se explicó lo que es una analogía y se realizaron ejemplos. (ver Anexo 3). Igualmente se realizaron prácticas de laboratorios mediante guías de aprendizaje, donde los estudiantes tuvieron que realizar mediciones de la masa y el peso (ver Anexo 4).

Con todo lo anterior se procura orientar a los estudiantes hacia un pensamiento crítico, que les permita procesar información y construir nuevos conceptos que los lleven a la búsqueda de explicaciones a los fenómenos relacionados con las magnitudes masa, peso y gravedad; y se busca generar motivación hacia los temas que se abordan, pretendiendo que los estudiantes extraigan ideas y conceptos nuevos que les permitan complementar los anteriores con unos mejor estructurados, para, finalmente así, generar aprendizaje.

3.8. Momento 4: Verificación del avance del aprendizaje

Se repiten las actividades b, c y d del Momento 1, es decir:

- **b.** Se realiza un cuestionario final sobre la definición de los conceptos masa, peso y gravedad.
- **c.** Se realiza un cuestionario final con preguntas relacionadas con los conceptos masa, peso y gravedad.

- **d.** Se realizan dibujos de los conceptos masa, peso y gravedad.

3.9. Momento 5: Analogías Realizadas por los Estudiantes

A los estudiantes con mejor apropiación de la temática se les explicó que hacer una analogía es efectuar una comparación explícita entre elementos de un dominio base y otro dominio destino, y para ilustrar el concepto se realizó un ejemplo, tomando como dominio base algún elemento de la vida cotidiana (ver el Anexo 7). Posteriormente los grupos se reorganizaron en 2 equipos de 6 estudiantes, se les solicitó realizar una analógica de la relación masa, peso y gravedad, siendo ellos los elementos que representarían la relación entre las magnitudes de los objetos de aprendizaje y además debieron explicar cada uno de los elementos que incluyeron en la analogía. Finalmente se debatieron las analogías realizadas por cada equipo.

A continuación se presenta una tabla y figura donde se resumen las actividades y los momentos de la intervención.

Cuadro 2. Resumen del diseño de la intervención.

Actividad	Objetivos	Técnicas	Instrumento	Marco conceptual	
Momento 1. Conceptualizaciones e ideas iniciales de los conceptos masa, peso y gravedad					
Actividad a	Planteo de pregunta ¿Por qué caen los objetos?	Explorar las ideas y conceptos utilizados en la construcción de una hipótesis sobre por qué ocurre el fenómeno.	Observación	Cuestionario	
Actividad b	Identificación de palabras y conceptos claves sobre la pregunta planteada	Identificar y registrar los conceptos claves para la resolver la pregunta			
Actividad c	Definición inicial de concepto Masa, peso y gravedad	Identificar la conceptualización de la masa, peso y gravedad y clasificarlas según categoría Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)

Actividad d	Aplicación de Cuestionario inicial de preguntas abiertas sobre situaciones relacionada con las magnitudes masa, peso y gravedad	Identificar los conceptos e idea que utilizan los estudiantes de la relación de masa, peso y gravedad en situaciones cotidianas y vincularlas con las categorías propuestas por Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)
Actividad e	Dibujos de los conceptos masa, peso y gravedad	Analizar los dibujos que realizan los estudiantes de la masa, peso y gravedad. y vincularlos con las categorías propuestas por Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)
Momento 2 Coevaluación					
Actividad 1	Coevaluación de actividades c, d y e del momento 1	Generar debate entre los grupos de las: Definición de conceptos masa, peso y gravedad (Actividad c) Cuestionario de preguntas abiertas (actividad d) Dibujos Masa, peso y gravedad (actividad e)			
Momento 3. Afianzamiento del aprendizaje					
Actividad 1	Afianzar la conceptualización, y comprensión de los conceptos de masa, peso y gravedad a través de imágenes, videos, documentales, lecturas, debates, laboratorios. De los temas objetos de aprendizaje. Se explica que es una analogía, se realizan ejemplos.	Reestructurar la conceptualización y comprensión de los conceptos masa, peso y gravedad y sus relaciones.	Proyección de videos, imágenes, clases magistral, Lectura Guías de laboratorios, Dramatizaciones	Computadores Video Bean, Tableros Documentos, folletos, Implementos de laboratorios.	
Momento 4. Verificación del avance en el aprendizaje					

Actividad c	Definición final de concepto Masa, peso y gravedad	Identificar y registrar los avances en la conceptualización de la masa, peso y gravedad y clasificarlas según categoría Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)
Actividad d	Aplicación de Cuestionario final de preguntas abiertas sobre situaciones relacionada con las magnitudes masa, peso y gravedad	Identificar y registrar los avances en conceptualización e ideas que presentan los estudiantes de la relación de masa, peso y gravedad en situaciones cotidianas y vincularlas con las categorías propuestas por Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)
Actividad e	Dibujo final de los conceptos masa, peso y gravedad	Identificar los avances en las representaciones que tienen los estudiantes de la masa, peso y gravedad. y vincularlas con las categorías propuestas por Domenech (1992)	Observación	Cuestionario	Categoría de conceptos en ciencias Domenech (1992)
Momento 5 Analogías realizadas por los estudiantes					
Actividad 1	Representación analógica de la relación masa, peso y gravedad	Identificar la comprensión de la relación de la masa, peso y gravedad mediante analogía realizada por los estudiantes.	Observación	Lista de chequeo: Claridad Riqueza Sistematicidad Abstracción	Gentner (1989), Características internas de las analogías

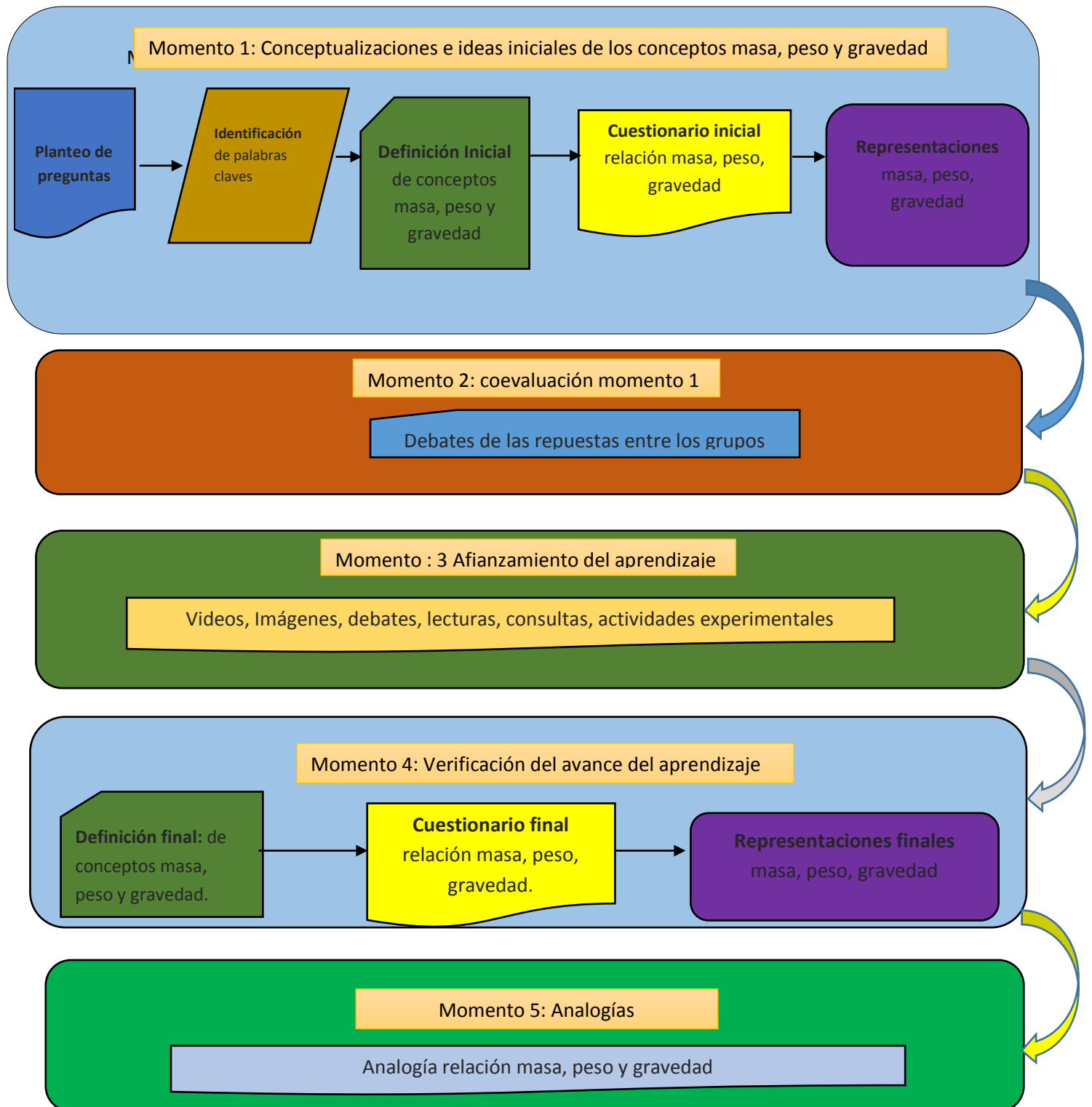


Figura 2. Momentos del Modelo Didáctico Analógico . Elaboración de los autores.

3.10 Sistematización de resultados

Es de aclarar que los alumnos respondieron el cuestionario y realizaron las actividades dentro de los tiempos pactados. Aclarado esto, el proceso dado a los datos fue el siguiente:

En primer lugar, se relacionaron los resultados de las actividades introductorias, es decir, las actividades **a** y **b** del Momento 1, y posteriormente se analizaron los resultados por categorías.

La primera categoría de análisis es la de las *definiciones*; se inició con la de la masa, luego se pasó al peso y para el final se dejó a la gravedad. Seguidamente se relacionaron los resultados de la categoría *comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad*. A continuación se hizo el análisis de la categoría *representaciones* (dibujos). Las categorías anteriormente enunciadas se evaluaron a través de en un cuestionario inicial y final. Por último, se analizaron las analogías que realizaron los estudiantes sobre la relación entre las magnitudes objetos de aprendizaje.

Para mejor comprensión de lo arriba descrito, en la siguiente tabla se relacionan las actividades con la categoría de análisis a la luz de los teóricos propuestos.

Tabla 1. Resumen de las actividades y categorías de análisis.

Categorías de análisis			
1. Definición de conceptos. Según categorías Doménech (1992)	2. Comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad. Según categorías Domenech (1992)	3. Representaciones (Dibujos) Según categorías Domenech (1992).	4. Analogías. Según características internas. unas (2012)

Capítulo 4

4.1 Análisis y discusión

4.1.2 Resultados del Momento 1 definiciones y comprensión de situaciones, dibujos iniciales de la masa, peso y gravedad.

4.1.2.1 Resultados de la Actividad a. ¿Por qué caen los objetos? Los grupos respondieron de la siguiente manera: El grupo 1 lo atribuyó al peso, el grupo dos a la masa, el tercero a la gravedad, y el cuarto dijo que porque los objetos están hechos de materia.

4.1.2.2 Resultados de la Actividad b. Identificación de palabras claves. Las palabras y conceptos con las cuales describieron el fenómeno fueron pocas y básicas, lo cual coincide con las respuestas que dieron en la actividad anterior (masa, peso, gravedad y materia).

4.2 Categoría definición de conceptos.

4.2.1 Resultados del Momento 1 Actividad c y Momento 4 actividad c. Definición inicial y final de los conceptos de masa, peso y gravedad. Para facilitar la lectura, comprensión y avances en el aprendizaje, se relacionaron en un mismo cuadro las respuestas dadas antes y después de los momentos de aprendizajes (Momento 1, Actividad c y Momento 4 Actividad c), seguidamente se relacionaron en otro cuadro las categorías a las cuales pertenecen según las definiciones con sus respectivos análisis.

Tabla 2. Respuestas sobre concepto masa antes y después del MAFA.

Pregunta 1 ¿Cómo definen en física el concepto de masa?		
Grupo	Antes	Después
1	Es una cantidad de materia	Es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.
2	Es todo lo que existe	Es toda la cantidad de materia que tiene un cuerpo.
3	Es todo lo que tiene masa y peso	Es la cantidad de materia que poseen los cuerpos.
4	Es la materia que se encuentra en los cuerpos.	Es una cantidad que sirve para medir la resistencia a un cambio en el estado de movimiento de un cuerpo.

Tabla 3. Categorización de las respuestas del concepto masa antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Ontológica	Ontológica
2	Transposicional	Ontológica
3	Transposicional	Ontológica
4	Ontológica	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 2 y 3, antes del MAFA los grupos 1 y 4 conceptualizan con palabras que aluden parcialmente la categoría ontológica, los grupos 2 y 3 presentan definiciones que se relacionan con la categoría transposicional. Después del MAFA la conceptualización de los grupos se reforma, puesto que complementan sus definiciones con palabras más apropiadas y relacionadas con la definición científica, con lo cual los grupos 1, 2 y 3 se asientan en completamente en la categoría ontológica. El grupo 4 define la masa con características funcionales aceptadas dentro la definición de la masa inercial, reestructurando en todos los casos la definición del concepto.

Tabla 4. Respuestas sobre concepto peso antes y después del MAFA.

Pregunta N°2 Como definen en física el concepto de peso.		
Grupo	Antes	Después
1	Es lo que se utiliza para pesar alimentos.	Es la fuerza que atrae un cuerpo hacia el centro de la tierra.
2	Es cuando no podemos levantar las cosas por estar pesadas	Es la Fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre los objetos.
3	Es todo lo que pesa y cae por su peso.	Es una medida de la fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre un cuerpo.
4	Es todo lo que pesa y unas cosas pesan más que otras.	Es una fuerza de atracción que la tierra tienen sobre las cosas.

Tabla 5. Categorización de las respuestas del concepto peso antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Transposicionales	Funcionales
4	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 4 y 5, antes del MAFA todos los grupos definen al peso con características transposicionales. Después del MAFA todos los grupos presentan definiciones con características funcionales propias del concepto, lo cual muestra una reestructuración de su definición.

Tabla 6. Respuestas sobre el concepto gravedad antes y después del MAFA.

Pregunta N°3 Como definen en física el concepto de gravedad		
Grupo	Antes	Después
1	Es cuando las cosas caen.	Es la atracción que ejerce el centro de la tierra sobre los cuerpos.
2	Cuando estamos fuera de la tierra.	Es la fuerza de atracción que la tierra tiene sobre los objetos
3	Es lo que está en el espacio.	Es una fuerza de atracción
4	Es cuando uno está fuera del planeta y flota.	Es una fuerza de atracción que mantienen a los objetos en el suelo.

Tabla 7. Categorización de las respuestas del concepto gravedad antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Transposicionales	Funcionales
4	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 6 y 7, antes del MAFA los grupos presentan definiciones con características transposicionales. Después del

MAFA se evidencian en los grupos reforman sus definiciones, pasando estas a relacionarse con la categoría funcional, considerada propia del concepto.

4.3 Categoría: Comprensión de situaciones que relacionan la masa, peso y gravedad.

4.3.1 Resultados Momento 1, Actividad d y Momento 4, Actividad d. Cuestionario inicial y final de preguntas sobre la comprensión de situaciones que relacionan las magnitudes masa, peso y gravedad.

Para facilitar la lectura, comprensión y avances en el aprendizaje, se relacionan en un mismo cuadro las respuestas antes y después del MAFA (Momento 1, Actividad d y Momento 4, Actividad d), seguidamente se relacionan en otro cuadro las categorías a las cuales pertenecen según las definiciones, con sus respectivos análisis.

Tabla 8. Respuestas a la pregunta N°1 antes y después del MAFA.

Pregunta N°1 ¿Por qué los objetos (sillas, mesas, seres vivos) permanecen en el suelo y no flotan en el aire?		
Grupo	Antes	Después
1	Porque tienen peso.	Por la fuerza de gravedad que la tierra ejerce sobre los objetos.
2	Por que pesan.	Por qué estamos en la Tierra y no en la luna.
3	Por la gravedad.	Por qué son atraídos a la superficie por la gravedad de la tierra.
4	No responde.	Por la fuerza de gravedad que ejerce una masa.

Tabla 9. Categorización de las respuestas a la pregunta N°1 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Funcionales	Funcionales
4	No responde	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 8 y 9, antes del MAFA los grupos 1 y 2 presentan respuestas con características transposicionales, es decir, le atribuyen la permanencia de los objetos en el suelo a otra magnitud; la respuesta del grupo 3 es funcional pues la gravedad presenta propiedad de atracción y el grupo 4 no da respuesta inicial. Después del MAFA los grupos 1, 3 y 4 presentan respuestas elaboradas apropiadas para la pregunta, ya que estas tienen características funcionales, sin embargo, la respuesta del grupo 2 está orientada hacia una comparación entre la tierra y la luna, en esta se interpreta que en la primera hay gravedad y en la segunda no, lo cual hace que su respuesta se enmarque como funcional.

Tabla 10. Respuestas a la pregunta N°2 antes y después del MAFA.

Pregunta N°2. ¿Si dejamos caer un martillo y la llave de un candado al mismo tiempo ¿cuál creen que caerá primero al suelo? Justifica tu respuesta.		
Grupo	Antes	Después
1	El martillo. Porque tiene más peso.	Caen al mismo tiempo, ya que la fuerza de gravedad que ejerce la tierra sobre dichos objetos es la misma.
2	El martillo. Porque es mucho más pesado y baja más rápido.	Ninguno de los dos cae primero, los dos caen al tiempo, porque todos tienen la misma fuerza de atracción.
3	El martillo. Por su peso.	Caen al mismo tiempo, porque es la misma fuerza que los jala
4	El martillo. Por qué pesa mas	Caen al mismo tiempo, porque no importa el peso.

Tabla 11. Categorización de las respuestas a la pregunta N°2 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Transposicionales	Funcionales
4	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 10 y 11, antes del MAFA las respuestas de todos los grupos presentan características transposicionales, es decir,

le atribuyen a otra magnitud, en este caso el peso, la velocidad con la que los objetos caen. Después del MAFA sus respuestas se reestructuran apropiadamente para la pregunta, pues aluden que todos los cuerpos están influenciados por la misma fuerza. Estos resultados evidencian en todos los grupos una modificación de su comprensión de la relación entre masa, peso y gravedad.

Tabla 12. Respuestas a la pregunta N°3 antes y después del MAFA.

Pregunta N°3. Para comprar y llevar alimentos como papa, carne y arroz, el tendero los pone en un aparato de medida, ¿cómo llamarías a la acción del tendero, como se llama el aparato de medida y en que unidades se encuentra?		
Grupo	Antes	Después
1	El tendero está pesando, el aparato se llama Balanza o pesa.	Esta maceando con una balanza y sus unidades de medida es el kilogramo
2	Está pesando, el aparato se llama Balanza.	Balanza, y está maceando, se encuentra en carnicerías, supermercados etc..
3	Está pesando en una Balanza o peso.	Una balanza y se lee en kilogramos y gramos.
4	Está pesando, el aparato en una Balanza.	Un dinamómetro, ya que es una fuerza cuya unidad es el Newton.

Tabla 13. Categorización de las respuestas a la pregunta N°3 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales-Operacionales	Operacionales
2	Transposicionales-Operacionales	Operacionales
3	Transposicionales-Operacionales	Operacionales
4	Transposicionales-Operacionales	Transposicionales

De acuerdo con la información contenida en las tablas 12 y 13, antes del MAFA todos los grupos presentan respuestas con características transposicionales y operacionales. Las transposicionales se evidencian cuando en sus respuestas aluden a que el tendero está pesando, pues cambian la acción que realmente hace el tendero, la cual es medir la masa, es decir *maceando*; y las características operacionales se evidencian en la inclusión del instrumento de medida. Después del MAFA, los grupos 1, 2 y 3 reestructuraron sus respuestas

al cambiar la acción de pesar por la de *macear*. El grupo 4 mantuvo respuesta transposicional al remplazar la balanza por el dinamómetro.

Tabla 14. Respuestas a la pregunta N°4 antes y después del MAFA.

Pregunta N°4. ¿En cuál de los siguientes lugares una persona tiene mayor peso, ¿en el planeta tierra o en la luna? Justifica tu respuesta.		
Grupo	Antes	Después
1	En la tierra. Por qué en la tierra mantiene su peso.	En el planeta tierra. Por la gravedad.
2	En la tierra por que la gravedad de la tierra es menos que en la de la luna.	En el planeta tierra, porque tiene más fuerza de atracción.
3	En la tierra. Por qué en la luna un cuerpo se pone balsudo	En la tierra, porque la tierra tiene más masa.
4	En la tierra. Por qué en la luna un cuerpo flota	En la tierra, ya que la gravedad de la luna es menor.

Tabla 15. Categorización de las respuestas a la pregunta N°4 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Transposicionales	Funcionales
4	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 14 y 15, antes del MAFA los grupos responden adecuadamente, sin embargo, en sus justificaciones todos los grupos presentaron respuestas con características transposicionales por identificación. Los grupos 3 y 4 presentaron la ausencia del concepto de peso al justificar sus respuestas con la alusión a los términos de balsudo y flota respectivamente. El grupo 2 presentó una justificación confusa al manifestar que la gravedad de la tierra es menor que la de la luna, y el grupo 1 sugirió la posibilidad de una variación del peso dependiendo del lugar.

Después del MAFA la justificación de los grupos se reestructuró, ya que incorporaron los conceptos de gravedad, fuerza de atracción y masa.

Tabla 16. Respuestas a la pregunta N°5 antes y después del MAFA.

Pregunta N°5. En cuál de los siguientes lugares una persona tiene mayor masa ¿En la tierra o en la luna? Justifica tu respuesta.		
Grupo	Antes	Después
1	En la luna. Por qué en la luna esta como en un peso.	En los dos lugares tiene la misma masa.
2	En la luna. Porque al estar en la luna una persona aumenta la cantidad de masa.	En la tierra, por que las cosas pesan más que en la luna.
3	En la tierra. Por qué en la luna aumenta la masa.	En la tierra y en la luna tiene la misma masa
4	En la luna. Por qué se denomina mejor.	La masa no cambia, el peso es el que cambia.

Tabla 17. Categorización de las respuestas a la pregunta N°5 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	Transposicionales	Funcionales
2	Transposicionales	Funcionales
3	Funcionales	Funcionales
4	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en las tablas 16 y 17, antes del MAFA los grupos 1,2 y 4 presentaban respuestas con características transposicionales por identificación y sus justificaciones eran inadecuadas. El grupo 3 presentaba características funcionales, sin embargo, su justificación también era inapropiada. Después del MAFA las respuestas de los grupos se reestructuraron cuando precisaron que en ambos lugares se conserva la masa, es decir que la masa es independiente del lugar en que se encuentre.

4.4 Categoría: Representaciones (Dibujos).

4.4.1 Resultados del Momento 1 Actividad e y del Momento 4 Actividad e.

Representaciones (Dibujos) de la masa, peso y gravedad. Para facilitar la lectura y la comprensión de los avances en el aprendizaje logrados, primero se presenta en una imagen la comparación de los Dibujos antes y después de los momentos de afianzamiento del aprendizaje (Momento 1, Actividad e y Momento 4 Actividad e), y seguidamente se relacionan en un cuadro las categorías a las cuales pertenecen, según los elementos incluidos en los dibujos. Los primeros dibujos que presentados corresponden a la masa, les siguen los correspondientes al peso y finalmente están los que corresponden a la gravedad.

Dibujos de la masa del grupo N°1

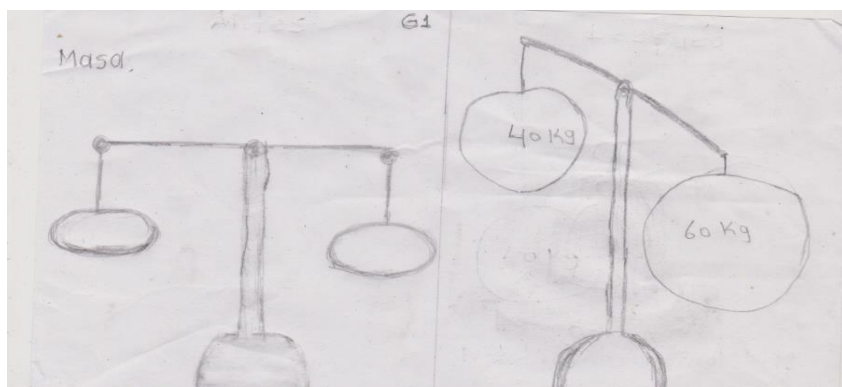


Imagen 1. Dibujo de la masa grupo N°1 antes y después del MAFA.

Tabla 18. Categorización del dibujo de la masa del grupo N°1 antes y después del MAFA.

Grupo N°1	Antes presenta características	Después presenta características
	Operacional	Ontológica y Operacional

De acuerdo con la información contenida en la imagen N°1 y la tabla N°18, antes del MAFA los dibujos de la masa solo presentaban características operacionales, ya que solo era representada mediante un instrumento de medida. Después del MAFA se evidenció un avance en la representación con características operacionales, pues ya los estudiantes les adicionaban

la unidad kg a sus dibujos. Las características ontológicas cuando se expresaron cuando representaron una mayor cantidad de materia en uno de los extremos de la balanza.

Dibujos de la masa del grupo N°2

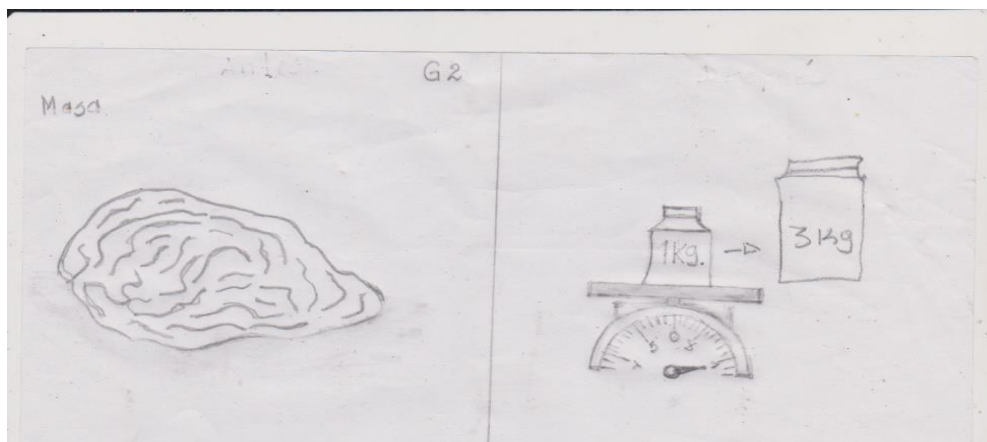


Imagen 2. Dibujo de la masa grupo 2 antes y después del MAFA.

Tabla 19. Categorización del dibujo de la masa grupo N°2 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
2	Ontológica	Ontológica y operacional

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°2 y la tabla N°19, antes del MAFA la representación de la masa presenta características ontológicas por representar la masa como un objeto que naturalmente tiene materia, es decir la materia es sinónimo de masa en la representación. Después del MAFA se adicionó el instrumento de medida y la unidad kg aludiendo así una característica operacional.

Dibujos de la masa del grupo N°3.

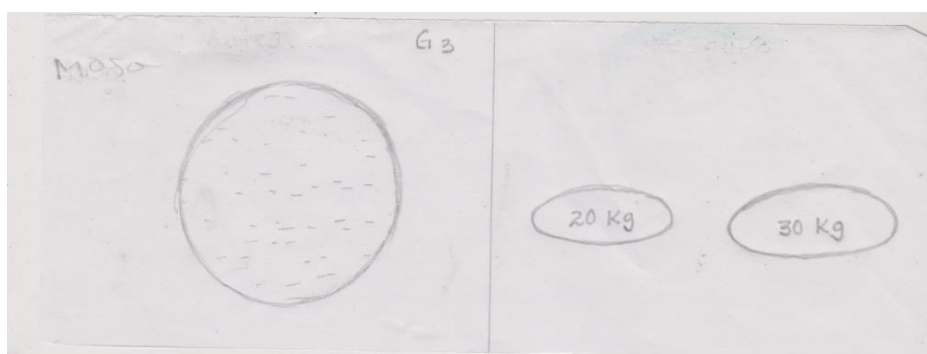


Imagen 3. Representación de la masa grupo 3 antes y después del MAFA.

Tabla 20. Categorización de la masa por el grupo N°3 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
3	Ontológica	Ontológica y operacional

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°3 y la tabla N°20, antes del MAFA la representación de la masa presenta características ontológicas por representar la masa como un objeto que naturalmente tiene materia, es decir la materia es sinónimo de masa en la representación. Después del MAFA la representación de la masa tiene más elementos como la cantidad, que es expresada por la diferencia de tamaño de los objetos, Expresando así unas características ontológicas (cantidad de materia). Por otra parte, la adición de la unidad kg alude a una característica operacional.

Dibujos de la masa del grupo N°4

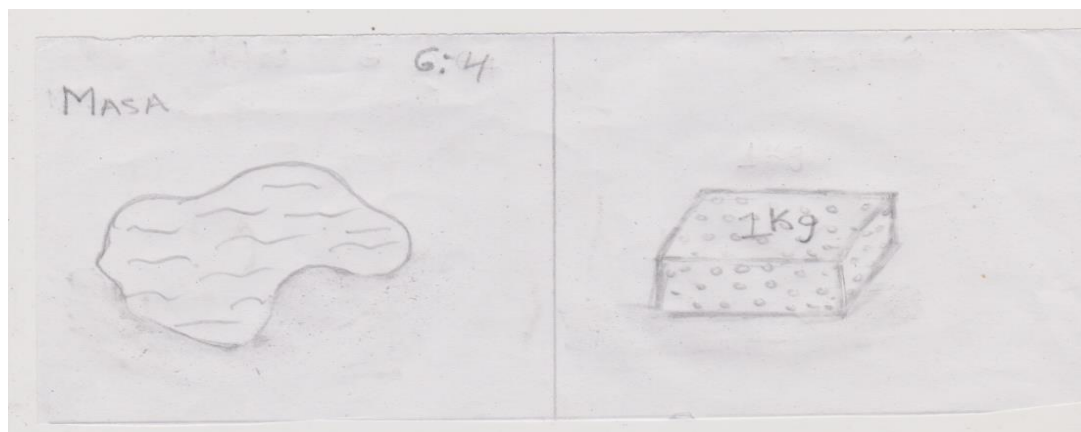


Imagen 4. Representación de la masa del grupo 4 antes y después del MAFA.

Tabla 21. Categorización del dibujo la masa por el grupo N°4 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
4	Ontológica	Ontológica y operacional

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°4 y la tabla N°21, antes del MAFA la representación de la masa presenta características ontológicas por representar la masa como un objeto que naturalmente tiene materia, es decir la materia es sinónimo de masa en la representación. Después del MAFA el dibujo presentó un mayor número de elementos, como pequeñas cantidades de masa (puntos) que componen una más grande (bloque rectangular), en otras palabras, se deduce que la masa es aditiva por acumulación, lo cual es un avance en la representación con características ontológica (cantidad de materia). Finalmente, la adición de la unidad kg encaja dentro de las características operacionales.

Representaciones del peso del grupo N°1.

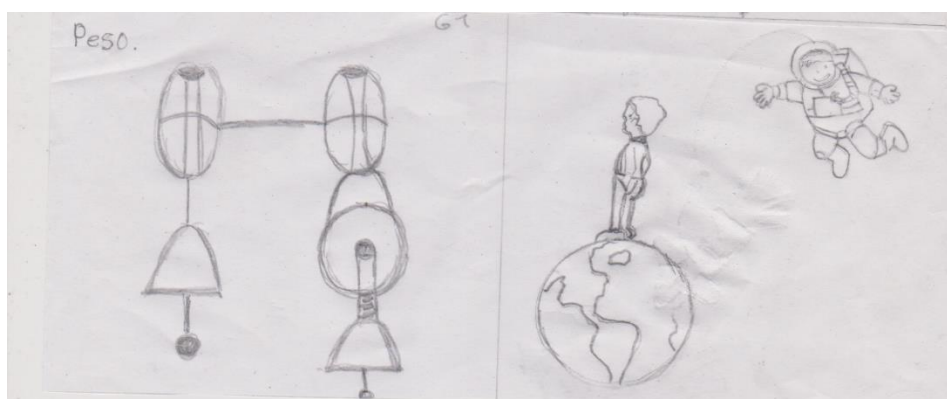


Imagen 5. Dibujos del peso del grupo 1 antes y después del MAFA.

Tabla 22. Categorización del dibujo del peso grupo N°1 antes y después del MAFA.

Grupo	Antes presenta características	Después presenta características
1	No son claras	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°5 y la tabla N°22, antes del MAFA la representación del peso no posee elementos claros que puedan relacionarse con alguna de las categorías. Después del MAFA la representación se reestructura y se relaciona con la categoría funcionales, es decir los estudiantes identificaron la presencia y la ausencia del peso en la tierra y fuera de ella.

Representación del peso del grupo N°2.

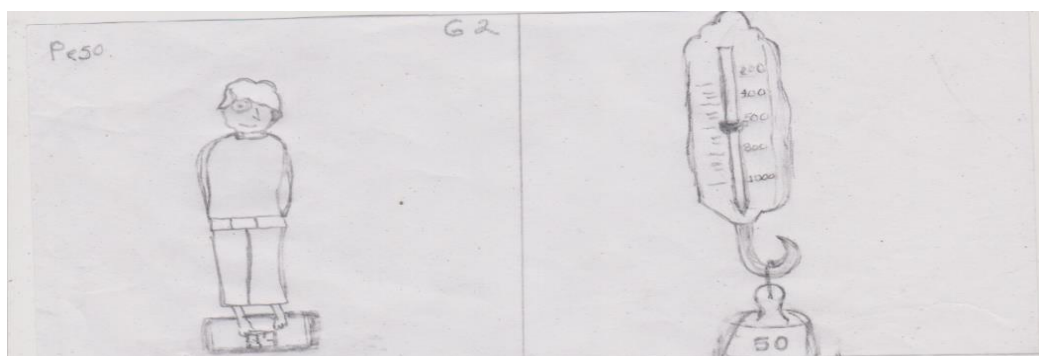


Imagen 6. Dibujos del peso del grupo 2 antes y después del MAFA.

Tabla 23. Categorización del dibujo del peso del grupo N°2 antes y después del MAFA.

Grupo 2	Antes presenta características	Después presenta características
	Transposicionales	Funcionales y Operacionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°6 y la tabla N°23, antes del MAFA la representación presenta características transposicionales, debido a que el peso es representado con otra magnitud; en este caso calculando la masa a través de una balanza. Después del MAFA se incorporaron elementos claros con los que se puede representar el peso, como procedimientos, instrumentos y unidades de medida, al igual que la dirección de la fuerza. Todo lo anterior indica la presencia en el dibujo de características funcionales y operacionales.

Representación del peso del grupo N°3

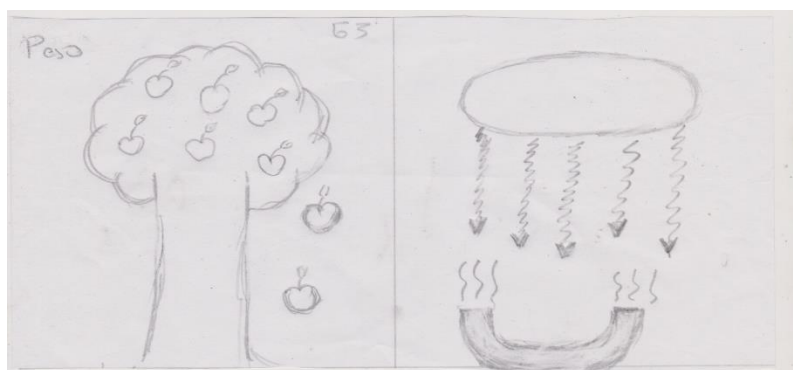


Imagen 7. Dibujos del peso del grupo 3 antes y después del MAFA.

Tabla 24. Categorización del dibujo del peso grupo N°3 antes y después del MAFA.

Grupo 3	Antes presenta características	Después presenta características
	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°7 y la tabla N°24, antes del MAFA el grupo representó el peso con la caída de los objetos, las características del dibujo fueron consideradas transposicionales por atribuir la causa de la caída a otra magnitud, no relacionada con la gravedad, como determinante de estos fenómenos. Después del MAFA

se evidencia la reestructuración de la figura, al incorporar elementos que integran el concepto de peso. Es así como se incorporan la fuerza ejercida por un cuerpo, la dirección de la fuerza, y además es clara la relación de la fuerza con la distancia, lo cual es evidencia de características funcionales.

Representación del peso grupo N°4.

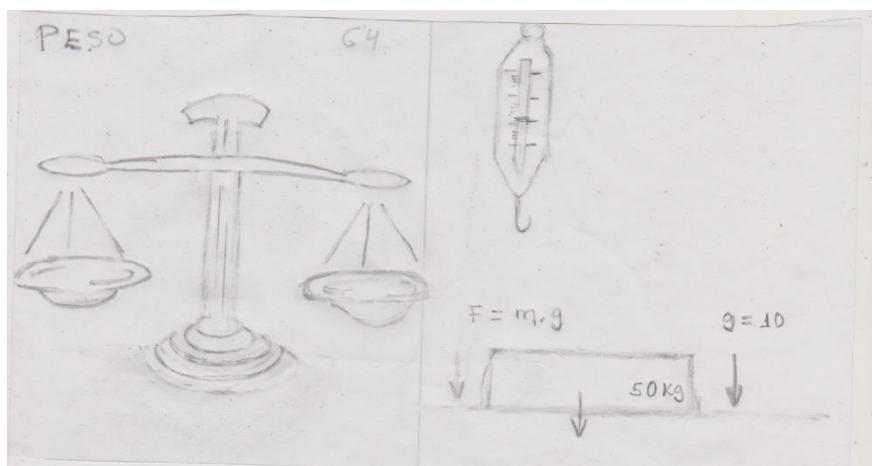


Imagen 8. Dibujos del peso del grupo 4 antes y después del MAFA.

Tabla 25. Categorización del dibujo del peso grupo N 4 antes y después del MAFA.

Grupo 4	Antes presenta características	Después presenta características
	Transposicionales	Operacionales, relacionales y funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°8 y la tabla N°25, antes del MAFA la representación del peso de los estudiantes del grupo N°4 se realizó con una balanza, lo cual refleja características transposicionales, ya que insinúa la tipificación la balanza como un instrumento para medir el peso. Después del MAFA la representación se modificó, tornándose operacional, pues pasó a presentar un instrumento y unidades de medida para medir el peso. También ofrece características relacionales, ya que los estudiantes incluyeron la presencia de una fuerza con dirección determinada, mostrando así relaciones matemáticas y funcionales.

Representaciones de la gravedad.

Representación de la gravedad del grupo N°1.



Imagen 9. Dibujo de la gravedad del grupo 1 antes y después del MAFA.

Tabla 26. Categorización del dibujo de la gravedad del grupo N°1 antes y después del MAFA.

Grupo 1	Antes presenta características	Después presenta características
	Funcionales	funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°9 y la tabla N°26, antes del MAFA la representación del grupo N°1 de la gravedad presenta características funcionales, esto se hace evidente porque representaron la gravedad con la caída de objetos. En lo que se refiere a la representación realizada después del MAFA, esta sigue presentando características funcionales que se evidencian en la identificación que hicieron los integrantes del grupo de la gravedad como responsable de la fuerza de atracción, determinante en la caída de las cosas.

Representación de la gravedad grupo N°2

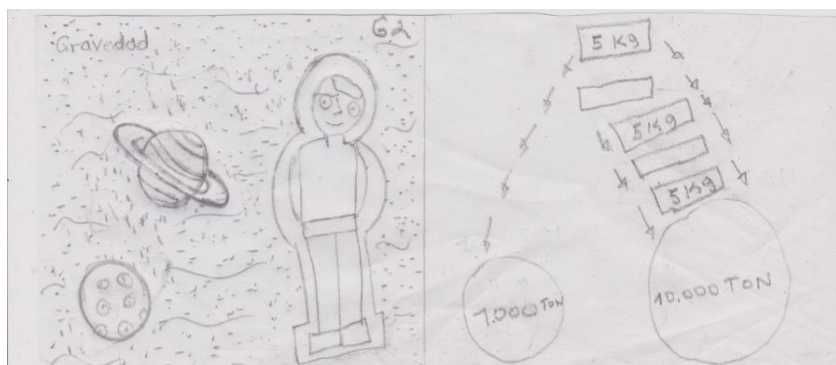


Imagen 10. Dibujos de la gravedad del grupo 2 antes y después del MAFA.

Tabla 27. Imagen 11. Categorización del dibujo de la gravedad del grupo N°2 antes y después del MAFA.

Antes presenta características	Después presenta características
Transposicionales	funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°10 y la tabla N°27, antes del MAFA la representación de la gravedad de este grupo presentó características transposicionales, esto se evidencia por la representación de la gravedad en un lugar en el que, se asume, hay ausencia de ella. En cuanto la representación después del MAFA el grupo reestructuró la representación para presentar características funcionales. Estas últimas se comprueban por la identificación de la masa como responsable de una fuerza de atracción y adicionan que entre dos cuerpos presenta mayor fuerza de atracción el que posee mayor masa.

Representación de la gravedad grupo N°3.

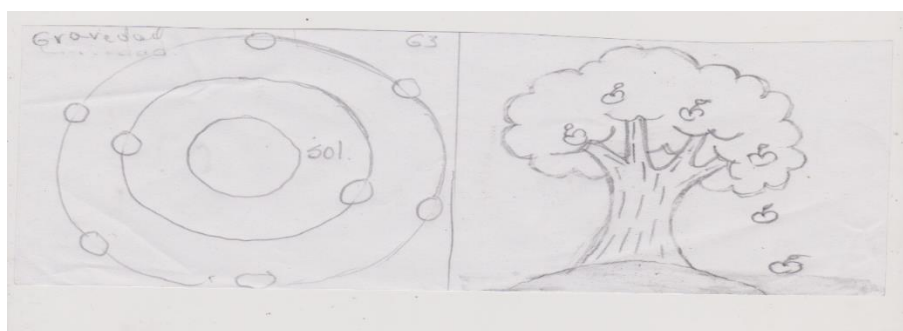


Imagen 11. Dibujos de la gravedad del grupo 3 antes y después del MAFA.

Tabla 28. Categorización del dibujo de la gravedad grupo N°3 antes y después del MAFA.

Grupo 3	Antes presenta características	Después presenta características
	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°11 y la tabla N°28, antes del MAFA la representación de la gravedad presenta características transposicionales, que se manifiestan en la representación de la gravedad en un lugar en el que, se asume, hay ausencia de ella. En cuanto a la representación después del MAFA, presentó avances en su comprensión debido a que en ella los estudiantes aducen que la caída de los objetos es una manifestación de la gravedad, lo cual se identifica como una característica funcional.

Representación de la gravedad grupo N°4.



Imagen 12. Dibujos de la gravedad del grupo 4 antes y después del MAFA.

Tabla 29. Categorización del dibujo de la gravedad grupo N°4 antes y después del MAFA.

Grupo 4	Antes presenta características	Después presenta características
	Transposicionales	Funcionales

Análisis. De acuerdo con la información contenida en la imagen N°12 y la tabla N°29, antes del MAFA la representación de la gravedad de este grupo presenta características transposicionales, que se manifiestan a través de la figuración de la gravedad en un lugar en el que, se asume, hay ausencia de ella. En lo que respecta a la representación después del MAFA

de este grupo, presenta una reformulación, además de avances en la comprensión, puesto que muestra que la gravedad se manifiesta como una fuerza de atracción, lo que es una manifiesta característica funcional.

4.5 Categoría: Analogías

4.5.1. Resultados del Momento 5: Analógica de la relación masa, peso y gravedad.

Después de los momentos anteriormente descritos y de observar las respectivas reestructuraciones y avances en el entendimiento y la comprensión de los conceptos, y tras aclarar lo que son las analogías, se les solicitó a los grupos realizar una analogía de la relación masa, peso y gravedad.

3.10.5.1.2 Resultados de la analogía grupo 1. El equipo 1, representó la relación con la siguiente analogía, ubicaron un estudiante para que representara un cuerpo que naturalmente posee masa, y lo etiquetaron con una hoja de papel que rezaba 30 kg, alrededor de él, se ubicaron los cinco integrantes restantes del grupo con sus manos extendidas y unidas, simulando un campo gravitacional cuyo radio de acción estaba determinado por el alcance de sus manos extendidas. Además, aclararon que todo lo que ellos no alcanzaban con las manos estaba fuera del campo gravitacional de esa masa. Los dos estudiantes más cercanos al del centro estaban etiquetados cada uno con una hoja de papel que decía que su masa era de 60 kg, el estudiante más alejado del que se encontraba en el centro fue etiquetado con una hoja que informaba que tenía una masa de 20 kg. Finalizaron explicando que el compañero del centro era atraído con más fuerza por los compañeros que tenían como masa 60kg y que por eso estaba más alejado del compañero con masa de 20 kg.



Imagen 13. Analogía del equipo N°1.

Tabla 30. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°1.

Análogo	Blanco o Destino
Masa.	Cuerpo de los alumnos.
Peso	Fuerza de atracción por tener masa: Atracción de los estudiantes de 60 kg por cantidad de masa.
Campo gravitatorio	Extensión de brazos.
Alcance del campo gravitatorio.	Longitud de los brazos.

Análisis. Las comparaciones entre el blanco y el análogo tienen los elementos básicos para considerar la comprensión de los temas. Los cuerpos de los estudiantes que representaban la masa, son consistentes con la definición de masa (cantidad de materia); en el caso de la gravedad también existen los elementos esenciales dentro de su representación, ya que el campo gravitatorio tiene un límite representado con el círculo. En lo que se refiere al peso, la figuración de la fuerza de atracción por medio de flechas desde el estudiante ubicado en el centro hacia los dos estudiantes ubicados hacia la izquierda, muestra comprensión, pues la condición que genera una atracción hacia su centro es el poseer una mayor cantidad de materia.

3.10.5.1.3. *Analogía N°2 del equipo 1.* El equipo número 1 expresó que cuando se encontraban en un lugar que tenía tierra y agua, si levantan a un compañero en la tierra, se les dificultaba mucho el sostenerlo porque tenían que hacer más fuerza; pero si estaban en el agua

lo levantaban más fácilmente. Con esto representaron que cuando se está en el agua la gravedad menor que cuando se está en la tierra y que por lo tanto la atracción en la tierra es mayor que en el agua. Asimismo, concluyeron diciendo que el peso cambia dependiendo del lugar y que la masa permanece constante.

Tabla 31. Analogía N°2. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°1.

Análogo	Blanco o destino
Gravedad	El agua representa un lugar con menor gravedad que en la tierra.
Masa	Permanece constante en el agua y en la tierra.
Peso	Cambia en el agua, es decir depende del lugar.

Análisis. Esta analogía presenta elementos claros para catalogarse como una representación acorde con los conceptos objetos de aprendizaje.

3.10.5.1.4. *Resultados de la analogía del equipo 2.* El equipo dos ubicó cuatro estudiantes, dos de ellos unidos representaban un cuerpo con una sola masa y los denominaron *Masa 1*, a un tercero lo denominaron *Masa 2*. Alrededor de los estudiantes *Masa 1* y *Masa 2* se dibujó un círculo con tiza, simulando un campo gravitatorio. Por último, ubicaron a un cuarto estudiante del equipo por fuera del círculo alrededor de *Masa 2*, pero dentro del círculo de *Masa 1*. Cuando se les solicitó que describieran la analogía que habían realizado, complementaron su descripción arguyendo que el objeto representado por el cuarto estudiante solo podía ser atraído por el cuerpo de *Masa 1* que tenía una mayor cobertura; es decir, a mayor masa, mayor el rango de atracción de los cuerpos, y que al estar por fuera del campo de acción del cuerpo de *Masa 2* mostraban que la fuerza de esa atracción a distancia es menor.



Imagen 14. Analogía del equipo N°2.

Tabla 32. Correspondencia Análogo – Blanco, masa, peso, gravedad del equipo N°2.

Análogo	Blanco o destino
Masa	Masa 1. Dos estudiantes, mayor cantidad de materia. Masa 2 Un estudiante, menor cantidad de materia
Peso	Fuerza de atracción por tener masa: Atracción de los estudiantes de 100 kg por cantidad de masa
Mayor campo gravitatorio.	Circulo alrededor de los dos estudiantes unidos masa 1
Menor campo gravitatorio	Circulo alrededor de un estudiante masa 2

Análisis. Este equipo representó la masa y la gravedad con las características esenciales de que dos cuerpos poseen masas diferentes, dando así a entender la dependencia que existe de la gravedad con respecto a la masa.

4.6 Análisis de resultado

4.6.1 Análisis de los resultados de la definición de conceptos. Momento 1

Actividad c y Momento 4 Actividad c.

Cuadro 3. Frecuencia de las categorizaciones en las definiciones de los conceptos masa, peso y gravedad antes y después del MAFA.

Categorías	Conceptos	Antes del MAFA	Después del MAFA
Operacional Ontológica	Masa	2	3
	Peso		
	Gravedad		
Operacional Relacional	Masa		
	Peso		
	Gravedad		
Transpos	Masa	2	
	Peso	4	
	Gravedad	4	
Funcional	Masa		1
	Peso		4
	Gravedad		4

4.6.1.2. Análisis de los resultados del concepto masa. Antes del MAFA, dos grupos conceptualizaban la masa con características ontológicas, los otros dos conceptualizaban con características transposicionales. Después del MAFA se conservó la categoría ontológica en la mayoría de los grupos y solo un grupo modificó la categoría, pues definió la masa con características funcionales propias de la masa inercial.

4.6.1.3 Análisis de los resultados del concepto peso. Antes del MAFA, los 4 grupos conceptualizaban con características de la categoría transposicional. Después del MAFA la

conceptualización mejoró en todos los grupos definiendo el concepto con características de la categoría funcional propias del concepto.

4.6.1.4 Análisis de los resultados del concepto gravedad. Antes del MAFA los grupos presentaban definiciones con características transposicionales. Después del MAFA se manifestaron en los grupos mejores definiciones relacionadas con la categoría funcional, que se considera propia del concepto.

Antes del MAFA las categorías que con más frecuencia se relacionaron con las definiciones fueron las transposicionales, siendo estas un total de 10, y las ontológicas, con un total de dos.

La categoría transposicional utilizada por los estudiantes hace referencia a definiciones o concepciones alternativas que los estudiantes tienen de los conceptos.

Después del MAFA, se acreditó un aumento significativo en la categoría funcional, pues de no tener referencias antes del MAFA, se pasa a nueve referencias, lo que muestra que los estudiantes reestructuraron su conceptualización, pues esta categoría relaciona las definiciones que ponen a la fuerza de atracción en función de las definiciones del peso y la gravedad.

En cuanto a la categoría ontológica, en lo referente al concepto de masa mostró un aumento en sus frecuencias, pues de dos pasó a tres, lo que significa que la masa es definida apropiadamente como cantidad de materia y que los grupos reestructuraron su definición después del MAFA; sin embargo, el aumento en la frecuencia se debe a que un grupo definió la masa en función de la inercia y esta definición pertenece a la categoría funcional, que es válida según Domenech para la masa inercial.

4.7 Análisis de los resultados de la comprensión de situaciones que relacionan la masa, el peso y la gravedad (Momento 1 Actividad d y Momento 4 Actividad d).

Tabla 33. Frecuencia de las categorizaciones en las respuestas sobre las situaciones relacionadas con los conceptos masa, peso y gravedad, antes y después del MAFA.

Categorías	Antes	Después
Ontológica	0	0
Operacional	0	3
Funcionales	2	16
Relacionales	0	0
Transposicionales	13	1
Transposicionales-operacionales	4	0
No determinada	1	0

Antes del MAFA los estudiantes en sus respuestas presentaban con más frecuencia conceptos relacionados con la categoría transposicional, esto era seguido por la frecuencia de la combinación de elementos presentes de las categorías transposicional y operacional. En menor cantidad se encontraron elementos de la categoría funcional y solo una respuesta no encajó en ninguna de las categorías. Por otro lado, no se encontraron en sus respuestas elementos de las categorías ontológica, operacional y relacional.

Después del MAFA hubo una reducción de los elementos relacionados con la categoría transposicional y un aumento considerablemente de los elementos con que se identifican la categoría funcional y operacional, evidenciándose así el avance en la comprensión de la relación entre masa, peso y gravedad.

4.8 Análisis de los resultados de las representaciones (dibujos) de la masa, peso y gravedad (Momento 1 Actividad e y Momento 4 Actividad e).

Tabla 34. Frecuencia de las categorizaciones en los dibujos de los conceptos masa, peso y gravedad antes y después del MAFA.

Categorías	Antes			Después		
	Masa	Peso	Gravedad	Masa	peso	gravedad
Ontológica	3					
Ontológica Operacional				4		
Operacionales	1				1	
Operacionales relacionales					1	
Funcionales					2	4
Funcionales y operacionales					1	
Relacionales						
Transposicionales		3	4		1	
Transposicionales-operacionales						
Operacionales, relacionales, Funcionales					1	
No determinada		1				

4.8.1 Análisis de los resultados del dibujo de la masa. Antes del MAFA, tres grupos incorporaron en sus dibujos de representación de la masa elementos relacionados con la categoría ontológica, y un grupo incorporó elementos de la categoría operacional. Después del MAFA los cuatro grupos representaron la masa con elementos de la categoría ontológica, que es la manera más cotidiana de definir la masa.

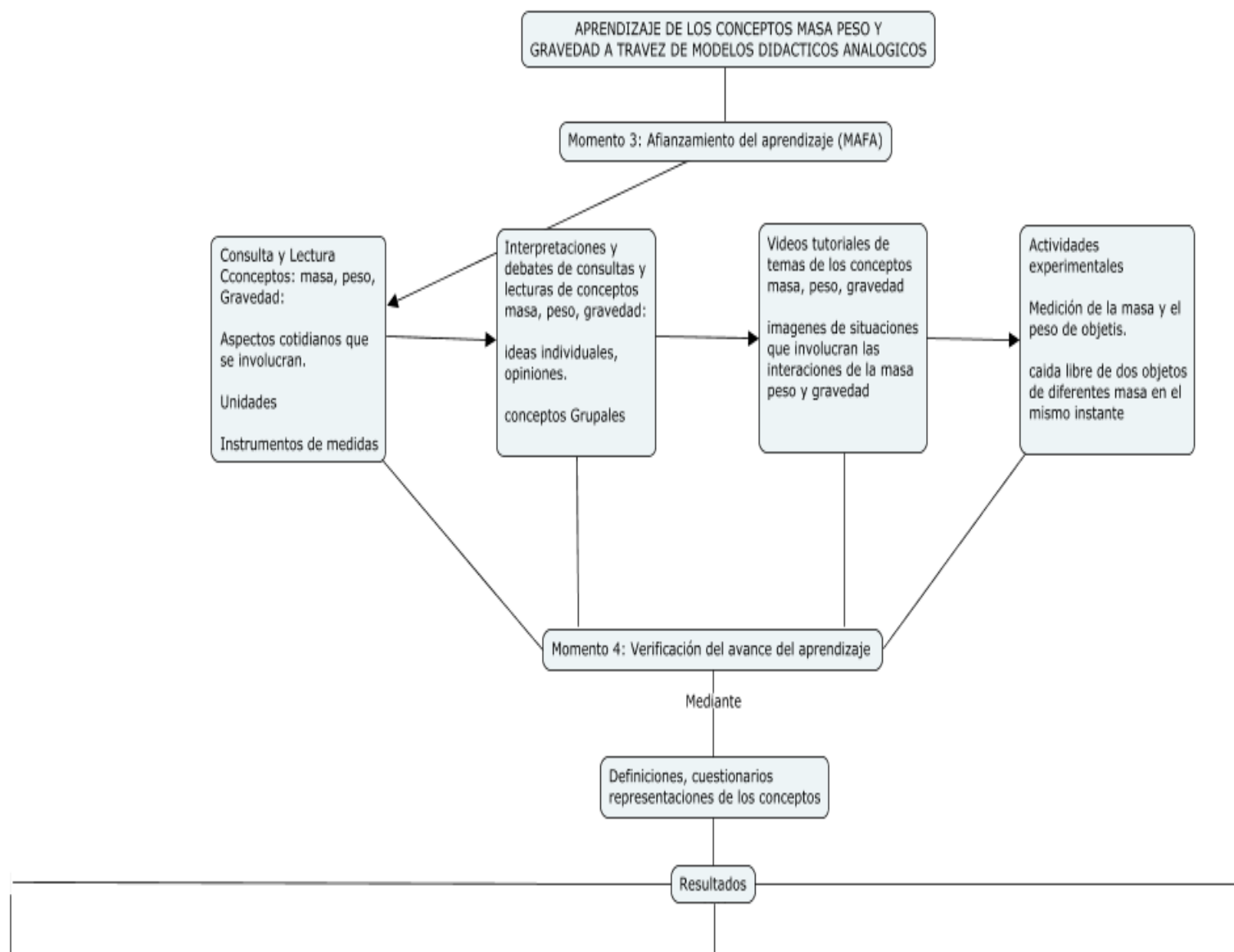
4.8.2 Análisis de los resultados del dibujo del peso. Antes del MAFA, tres grupos incorporaron en sus dibujos de representación del peso elementos relacionados con la categoría transposicional, al grupo restante no se le logró categorizar su representación. Después del MAFA los grupos representaron el peso con una amplia distribución de las

categorías. Uno con las operacionales, el otro con una combinación de operacionales y relacionales, otro más con las funcionales y el restante con las transposicionales.

Evidenciando así una mejor apropiación en la representación del peso.

4.8.3 Análisis de los resultados de los dibujos de la gravedad. Antes del MAFA, los cuatro grupos incorporaban en sus dibujos de representación de la gravedad elementos relacionados con la categoría transposicional. Después del MAFA los grupos representaron la gravedad con elementos de la categoría funcional, exhibiendo una mejor apropiación en la representación de la gravedad.

En síntesis de lo arriba descrito, en la siguiente esquema se integran el MAFA y los resultados.



Continúa en la siguiente página.

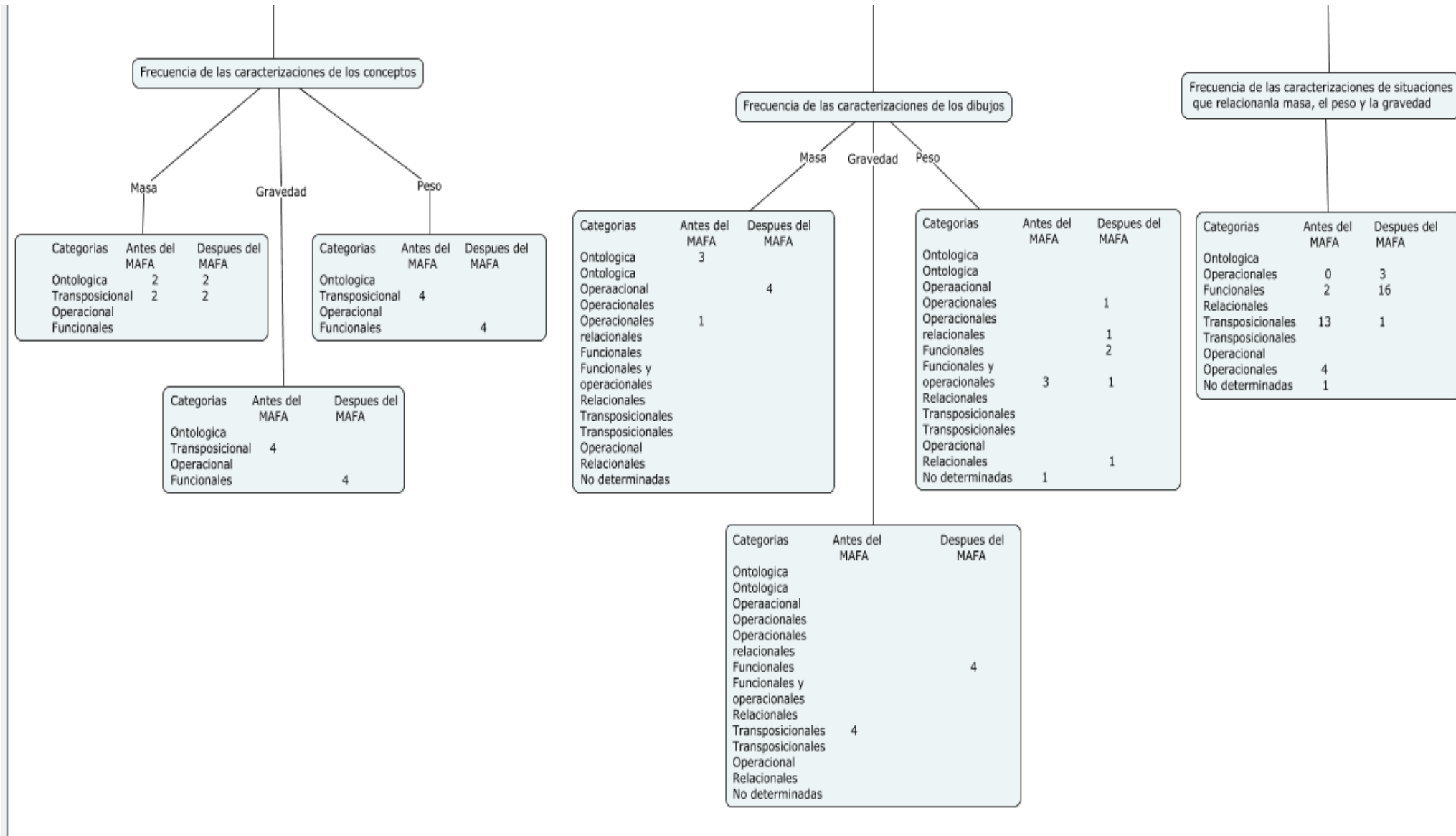


Figura N° 3. Esquema de integración del MAFA y resultado. Elaboración de autores.

Nota: La figura debe leerse integrando las dos páginas en la cual se encuentra distribuida.

4.9 Análisis de los resultados de las analogías.

4.9.1 Análisis de la analogía. Características internas del Grupo 1.

Cuadro 4. Análisis de la analogía. Características internas del Grupo N°1.

Características internas de las analogías	Análogo	Blanco o destino
Claridad: Precisión en la correspondencia	1. La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.	Estudiante situado en el centro.
	2. La fuerza de atracción depende de la cantidad de masa	Dos estudiantes representan mayor masa que uno y más fuerza de atracción
	3. La fuerza de atracción es una fuerza a distancia	Los dos estudiantes al unir sus masas generan una fuerza a distancia que atrae al estudiante del centro
	4. Todo cuerpo por poseer masa genera un campo gravitatorio	Estudiantes formando círculo
	5. El campo gravitatorio de un cuerpo tiene límite	Fuera del círculo no se presenta mayor atracción gravitatoria
Riqueza: Numero de relaciones	5	5
Sistematicidad: Participación de las relaciones extrapoladas	Masa	Cuerpo de los estudiantes.
	Peso	Fuerza de atracción entre los cuerpos de los estudiantes.
	Gravedad, campo gravitacional.	Círculo de estudiantes.
Abstracción: Nivel jerárquico del que se extraen las relaciones extrapoladas	Masa-peso-gravedad	Estudiantes-Dos estudiantes poseen mayor peso- dos estudiantes generan mayor campo gravitacional y mayor gravedad.

4.9.2 Análisis de la analogía. Características internas del Grupo 2.

Cuadro 5. Análisis de la analogía. Características internas del grupo 2.

Características internas de las analogías	Análogo	Blanco o destino
Claridad: Precisión en la correspondencia.	1.La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo	Masa 1. Dos estudiantes: mayor cantidad de materia. Masa 2 Un estudiante, menor cantidad de materia
	2. La fuerza de atracción depende de la cantidad de masa	Dos estudiantes representan mayor masa que uno y más fuerza de atracción
	3.La fuerza de atracción es una fuerza a distancia	Los dos estudiantes al unir sus masas generan una fuerza a distancia que atrae al estudiante situado en su círculo (campo gravitacional)
	4. Todo cuerpo por poseer masa genera un campo gravitatorio	Los dos círculos formados por los estudiantes
	5. El campo gravitatorio de un cuerpo tiene límite	Fuera del círculo no se presenta mayor atracción gravitatoria.
Riqueza: Número de relaciones	5	5
Sistematicidad: Participación de las relaciones extrapoladas	Masa	Cuerpo de los estudiantes.
	Peso	Fuerza de atracción entre los cuerpos de los estudiantes.
	Gravedad, campo gravitacional.	Círculo alrededor de los estudiantes.
Abstracción: Nivel jerárquico del que se extraen las relaciones extrapoladas	Masa-peso-gravedad	Estudiantes-Dos estudiantes poseen mayor peso- dos estudiantes generan mayor campo gravitacional y mayor gravedad.

Análisis. Los equipos presentaron analogías de la relación masa, peso y gravedad con representaciones y actividades kinestésicas. Así demostraron comprensión y desarrollo de nociones abstractas y diferenciación de conceptos. Además, establecieron relaciones causales entre la masa, el peso y la gravedad, a la vez que elaboraron predicciones.

Estos avances y buenos resultados muestra que las analogías constituyen un recurso didáctico idóneo para desarrollar la creatividad, imaginación y la comunicación.

La estrategia del Modelo Didáctico Analógico empleada en la intervención contribuyó a la apropiación de conceptos relacionados con las ciencias. Esto se puede afirmar luego de constatar los resultados de la presente investigación, fundamentalmente si se analizan las respuestas de los estudiantes obtenidas antes de la intervención, que mostraron en su mayoría conceptos, aplicaciones e ideas alternas e intuitivas de los conceptos masa, peso y gravedad para el área de ciencias naturales.

Estas ideas intuitivas de los estudiantes sirvieron como punto de entrada para llevarlos a cuestionarse sobre la ocurrencia de fenómenos tan cotidianos como lo son la caída de los cuerpos, qué es lo que miden las balanzas de los supermercados y plazas de mercado o el por qué permanecemos sobre el suelo y no flotamos, para luego sumergirlos en un proceder cognitivo que les permita una aproximación objetiva a comprender su entorno.

Otro aspecto interesante a resaltar del modelo, que se observó y registró en la lista de chequeo, es que los estudiantes presentaron un aumento significativo de su interés en la clase de ciencias, al igual que su disposición para la misma. La proyección de videos con los contenidos específicos les mostró un panorama diferente de la comprensión de la biosfera del planeta tierra, incluso del cielo y más allá, de “Las galaxias”. Fueron varias las ocasiones en que quisieron saber más de la luna, el sol, los otros planetas, y sobre cómo interactúan entre ellos para originar un equilibrio cósmico que mantiene un orden en el infinito universo.

El análisis nos llevó a un punto álgido en la educación actual, el uso de herramientas tecnológicas para facilitar la ejemplificación de contenidos y el acceso a información relevante o sustancial de las cosas. El uso de estas herramientas permite a los estudiantes aumentar la imaginación y realizar predicciones sobre sucesos que ocurren en su entorno; en otras palabras, la utilización de videos e imágenes corrobora lo planteado por Lima (2014)

que citando a D'Lefever (2003) define los estilos de aprendizaje como “el conjunto de características Psicológicas que suelen expresarse simultáneamente cuando una persona debe afrontar una Situación de aprendizaje, se refiere a las diferentes formas en que un estudiante puede aprender” (p.12).

Para el caso en el que se centró la intervención, como se mencionó anteriormente, la proyección de videos con sus respectivos audios generó un apoteósico interés en los estudiantes por querer saber más de la ciencia. No menos interesante en esta experiencia fueron las propuestas y actividades kinestésicas realizadas. La asimilación de temas de forma activa a través del movimiento, de intentar dramatizarlos, de representarlos con palabras, dibujos, el lenguaje corporal entre otros, generó una gran respuesta por parte de los estudiantes.

Cada grupo o, más concreto, cada integrante de los grupos pudo expresarse, dando rienda suelta a su imaginación al tratar de representar con dibujos los conceptos, las analogías, sus relaciones, las transposiciones de elementos de un sistema a otros, lo cual los llevó a demostrar un aprendizaje más significativo. Sus palabras mostraron un dominio del tema que se hizo evidente al usar el vocabulario apropiado para la ciencia, y que fue a más cuando sus argumentos demostraron coherencia y cohesión, es decir, los estudiantes evidenciaron competencias comunicativas en los temas de masa, peso, gravedad y en las relaciones que estas presentan.

Capítulo 5

5.1. Conclusiones

Los nuevos aportes pedagógicos adquiridos durante la realización del presente trabajo generaron una mejor visión de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Aplicar herramientas didácticas, recursos tecnológicos, teniendo en cuenta los distintos ritmos, estilos de aprendizaje y el trabajo colaborativo dentro el aula mejoran las vivencias de aprendizaje en los estudiantes y la enseñanza del docente.

En concordancia con el primer objetivo durante el proceso de exploración de ideas previas y representaciones iniciales de los conceptos masa, peso y gravedad, se encontró que los estudiantes traían ideas intuitivas. Que los conceptos se interiorizan en los estudiantes según la frecuencia y el ámbito donde se escuchan, donde son más familiares. Es así que las definiciones se convierten en una integración de palabras que abarcan, en muchos casos, elementos de la vida cotidiana, temas desarrollados en clase, y conocimientos adquiridos en textos o programas televisivos pero que no guardan una secuencia semántica que los definan científicamente.

Sin embargo durante el desarrollo de las analogías, se encontró que las definiciones fueron tomando el norte propuesto al representar mediante actividades kinestésica las condiciones, interacciones y de manera expresa las definiciones de las magnitudes objeto de aprendizaje.

En relación al segundo objetivo, durante el proceso de elaboración de la propuesta se plantearon situaciones que los estudiantes pudieran relacionar en su vida cotidiana, tales como la caída de objetos, el diferente tamaño de las cosas, situaciones del contexto y de fenómenos apreciables con frecuencia en el entorno, de tal manera que ellos no sintieran desvinculada la ciencia de las cosas que les suceden a diario. Estos planteamientos, junto con las analogías, facilitaron la transición de las ideas previas de los conceptos de masa, peso y gravedad que

presentaban los estudiantes, a una conceptualización aceptada en el ámbito de las ciencias naturales.

Ahora bien, en las representaciones iniciales de los conceptos hubo uno que presento mayor grado de dificultad para su comprensión, se trata del concepto del peso. Esto debido a que lo abstracto de sus componentes es de poca recordación, en especial las unidades de medida y el instrumento de medición. En lo que a las unidades de medida se refiere, son pocas las temáticas que las involucran, lo cual dificulta el que esta situación pueda ser interiorizada; por otro lado, este concepto es confundido con el de la masa en su instrumento de medida y en sus unidades.

Similar situación afecta a la gravedad en cuanto la representación se refiere, presentando un menor desconocimiento del instrumento de medida y de sus unidades. Sin embargo, hay que aclarar que la secuencia didáctica no contempló la realización de operaciones matemática que permitiera el cálculo de algunas de estas magnitudes, aunque en los temas de las exposiciones y en los videos vistos se abordaron someramente.

Lo que los autores de este trabajo pueden resaltar es que con la implementación de los Modelos Didácticos Analógicos:

- Se potencializo favorablemente los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con las ciencias, en especial con la física.
- La implementación de Los Modelos Didácticos Analógicos durante el desarrollo de contenidos permitieron una mejor conceptualización y comprensión de conceptos como la masa, peso y gravedad y de la relación que existe entre ellos.
- Las analogías permitieron contextualizar los conceptos contribuyendo a un aprendizaje significativo pasando del lenguaje cotidiano a la utilización de un lenguaje más científico.

Los resultados evidenciaron que la aplicación de los Modelos Didácticos Analógicos durante el aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad, permitió a los estudiantes construir conocimiento por medio de la participación activa que genera el compartimiento de información tendiente a modificar los preconceptos y así realizar una metacognición a través del trabajo activo y colaborativo.

Los estudiantes en sus definiciones, ideas y representaciones iniciales presentaron con mayor frecuencia concepciones alternativas o transposicionales de los conceptos objetos de aprendizaje. Después de la intervención se evidenció una reestructuración de sus definiciones, ideas y representaciones, debido al aumento de las definiciones ontológicas y funcionales.

Las analogías realizadas por los estudiantes mostraron una reestructuración en el aprendizaje de los conceptos masa, peso y gravedad. Esto se evidencia cuando se compara la respuesta de los estudiantes con documentos en los que se definen las magnitudes objetos de aprendizaje ; concretamente con las definiciones de las autoras Gonzales y Gonzales (2006) que definen a la masa como “la cantidad de materia que tiene un cuerpo” (p. 106). Donde también el concepto de peso lo define como “la medida de la fuerza de atracción entre la tierra y los cuerpos. Esta atracción se denomina fuerza de gravedad y depende de la masa de los objetos (p.106).

Caso similar se aprecia en otros textos; pues en cuanto a la definición de la masa, según Ernst Mach(s/f), citado por . Holton, y Brush.(1987) en el libro *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias física* comentan que “ La definición de la masa es un círculo vicioso”(p.168). Aludiendo a que históricamente existen muchos intentos de remplazar la definición propuesta por Newton: masa o cantidad de materia “es el producto de la masa por el volumen”(p168) Así mismo, los autores arriba citados comentan que “Según los científicos cualquier teoría en la definición de la masa, debe postular cierto número de

concepto, cuyo significado debe captarse primero intuitivamente aunque más tarde pueda definirse operacionalmente” .(p. 168).

Caso similar ocurre con la definición del peso y la gravedad en el documento arriba descrito, donde el peso es definido como “Atracción gravitatoria que la tierra ejerce sobre los cuerpos (p180). Y la gravedad como “la tracción de la tierra sobre los cuerpos que se encuentran en o cerca de su superficie” (p.180).

Precisamente eso fue lo que realizaron inicialmente los estudiantes, acudir a definiciones intuitivas, imaginativas tomadas de significados tradicionales que en la mayoría de los casos guardan cierta distancias con las definiciones encontradas en textos de ciencias, y que después del modelo didáctico analógico se evidencio mejor comprensión de las magnitudes debido a que los estudiantes relacionaron la masa como el principal agente causante de la gravedad y el peso. Esto se evidencia en las analogías presentadas, pues muestran correspondencia en las relaciones y extrae elementos esenciales que participan en el orden jerárquico en que se relacionan las magnitudes objetos de aprendizaje logrando así romper el paradigma que presentaban los estudiantes de considerar a la física como na asignatura difícil de comprender.

Del mismo modo, al realizar el modelo didáctico analógico con los estudiantes se concebido en gran medida lo que Perelman (1936) al escribir el libro física recreativa comenta (...) no me propuse proporcionar al lector nuevos conocimientos, sino más bien ayudarle a «conocer aquello que ya sabe», es decir, a profundizar y animar los conocimientos de Física que ya posee y a estimularle a que los aplique de manera consciente y multifacética. Este propósito se logra examinando toda una serie abigarrada de rompecabezas, preguntas complicadas, cuentos, problemas divertidos, paradojas y comparaciones inesperadas del campo de la Física, relacionadas con fenómenos que observamos cotidianamente (...) (p.2).

De igual manera, es interesante el comentario que realiza el autor arriba citado

Cuando manifiesta que con el texto ha intentado (...) en la medida de lo posible, darle a la exposición una forma interesante y hacer amena esta asignatura. Para ello ha partido del axioma psicológico que presupone, que el interés por una asignatura aumenta la atención, facilita la comprensión y, por consiguiente, hace que su asimilación sea más sólida y consciente (p.2).

En concordancia con lo expuesto anteriormente el modelo didáctico analógico se enfatizó en actividades que asociada con elementos tecnológicos y socio-culturales mantuvieran la atención que integrada con la adecuada motivación facilito la comprensión de los conceptos masa, peso y gravedad; rompiendo el paradigma que muchos estudiantes concebían de la asignatura de física como conocimientos difícil de comprender y alejado de la cotidianidad.

5.2. Recomendaciones

Los autores del presente proyecto después de vivenciar gratamente los beneficios de la estrategia de los modelos didácticos analógicos recomiendan:

- En futuras intervenciones abordar el concepto de inercia y aclarar los conceptos de masa inercial y gravitacional. Igualmente complementar los conceptos con preguntas que generen nuevos interrogantes de la siguiente naturaleza. ¿Cómo medir la altura de un edificio dejando caer una pelota desde la cima de este?.
- A los docentes, recurrir frecuentemente a las analogías durante el desarrollo de contenidos, comprensión de conceptos y temas abstractos en los diferentes niveles de la educación.
- Integrar el componente experimental que permita manipular los instrumentos de medición sobre todo del peso, ya que este es poco conocido por los estudiantes y su integración con la vida cotidiana es escasa.
- Incluir en los contenidos temáticos operaciones matemáticas que permitan el cálculo de las magnitudes masa, peso y gravedad en conjunto con las unidades en que se expresan.
- Variar algunas de las actividades de la secuencia didáctica dependiendo del conocimiento previo que presenten los educandos y en ocasiones permitir que ellos creen sus propias actividades.
- Diseñar estrategias que permitan el uso de redes sociales como medio de interacción y para compartir contenidos académicos.
- Realizar actividades que promuevan el trabajo colectivo, el colaborativo y la asignación de roles.

Referencia

- Bravo, A. Garafalo; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. (2005) “Modelo Didáctico Analógico. Marco teórico y ejemplos. Centro de formación e Investigación de las ciencias. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII congreso. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/13308947.pdf>
- Callone, M.C. (2015), Las representaciones semióticas utilizadas en la enseñanza de la Química: características e impacto en la correcta conceptualización por parte de los alumnos. Un estudio mixto (cualitativo-cuantitativo) en las clases de Química del Ciclo Básico Común de la *Universidad de Buenos Aires*. Tesis de maestría, facultad de filosofía y letras, Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/.../uba_ffyl_t_2015_se_callone_v1.pdf?...1...
- Castaño Arias, M.A, Chica Tamayo, V. C.; Gonzales Gómez, L.M; y Grisales Posada, A. M. (2011). “*Los conceptos masa y peso en estudiantes de básica primaria: una perspectiva desde los modelos didácticos analógicos*” Sansón: Tesis Universidad de Antioquia. Disponible en: ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1571/1/JE0728.pdf
- Doménech, A. (1992) Historia y epistemología de las ciencias “el concepto de masa en la física clásica: aspectos históricos y didácticos” Valencia. Avda. Rafel Ridaura, 1.46360 Buñol. Enseñanza de las ciencias, 10 (2), 223-228. Disponible en: www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/39826/93193
- Galagovsky. Lidia; Bravo, A. Agustín (2001) “*Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias. El concepto de Modelo Didáctico Analógico.*” Centro de formación e Investigación en enseñanza de las ciencias. Universidad de Buenos aires, Argentina. Enseñanza de las ciencias,19(2),231-242. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21735/21569>

García Ibarra, S. (2015) “Metodologías didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en zonas rurales del municipio de Obando –Valle del Cauca”
 Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración Palmira, Colombia, Disponible en: bdigital.unal.edu.co/48142/1/Tesis%20Sair.pdf

Gómez, L.F (2015), *Reflexiones sobre las concepciones masa y peso: una propuesta didáctica para el aula inclusiva*. Tesis para optar el título de licenciada en física de la universidad pedagógica de Nacional de Bogotá. Disponible en:
repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/.../TE-17811.pdf?

Gonzales, B; Moreno, T; Fernández, J (2000) *Modelos de enseñanza con analogía*. Centro superior de educación de la Universidad de la laguna. XIX encuentro de didáctica de las ciencias experimentales.13 al 15 de septiembre de 2000.Madrid. Acta 161-169.

Gonzales, L. P; Gonzales, H. S. (2006) “Ingenio Científico de Sexto grado. Editorial Voluntad. ISBN 958-02-2288-6 col.

Greca, I.M y Moreira, M.A(1998) “Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización” Instituto de física, UFRGS. Porto Alegre-R-S. cad.Cat.Ens.;v.15,n.2:p.107-120.
 Disponible en:
[file:///C:/Users/usuario/Downloads/DialnetModelosMentalesModelosConceptualesYModelizacion-5165706%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/DialnetModelosMentalesModelosConceptualesYModelizacion-5165706%20(1).pdf)

Holton, G; Brush, G E.(1987) “Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias física”Universidad de Harvard y la universidad de Maryland.

Disponible en:

https://books.google.com.co/books?id=DROIYRS_VWoC&pg=PA414&lpg=PA414&dq

Lima Aparicio, A.G. (2014) “*Guía didáctica y aprendizaje de las leyes de newton*”

Universidad Rafael Landívar, Facultad de Humanidades, Licenciatura en la Enseñanza de Matemática y Física, Quetzaltenango, Guatemala. Tomado de:

<http://studylib.es/doc/5674994/-gu%C3%ADa-did%C3%A1ctica-y-aprendizaje-de-las-leyes-de-newton>.

Linares López, R. M. (2004) “Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la tabla periódica en los cursos generales de Química” Universidad Autónoma de Barcelona- Bellaterra. Disponible en:

Londoño Orrego, S.M. y Muñoz Mesa, L.M. (2011) “ *La modelación matemática: Un proceso para la construcción de relaciones lineales entre dos variables*”. Universidad de Antioquia, facultad de educación, maestría en educación. Disponible en http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/7106/1/SandraLondo%C3%B1o_2011_relaciones_lineales.pdf.

Martínez Muñoz, J.C. (2011) “Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de masa en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Raíces del Futuro” Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tomado de: www.bdigital.unal.edu.co/4947/1/Mart%C3%ADnezMu%C3%B1ozJuanCarlos.2011.pdf

Moro, E. L; Viau, E.J; Zamorano O.R; Gibbs, H.M. (2007) Aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad. *Investigación de la efectividad de un modelo analógico*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Revista Eureka sobre Enseñanza y

Divulgación de las Ciencias. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040204>

Oliva, J.M. (2004) “El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3, Nº 3, 363-384 (2004). Disponible en:

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_3_7.pdf

Perelman, Y. “Física recreativa” de la editorial MIR. Moscú.

Disponible en:

<http://www.librosmaravillosos.com/fisicareactiva1/pdf/Fisica%20Recreativa%20I%20-%20Yakov%20Perelman.pdf>

Romero Tena, R. Metodología de la investigación capítulo III (sf) Disponible en:

ocw.us.es/didactica-y-organizacion.../investigacion-en.../investigacion.../rosalia.pdf

Sampieri, R.H.; Collado, C.F. y Lucio, P.B. (2008) *Metodología de la Investigación*, México D.F., Editor. McGraw-Hill Companies, Inc.

Tamayo Álzate, Ó. E. "Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas", *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVIII, núm. 45, (mayo-agosto), 2006, pp. 37-49. Disponible en:

<https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/6085/5491>

Unas Herrera, Y. T. (2012) “Uso de las analogías como una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de reacción química” Universidad Nacional de Colombia, facultad de

ciencias exactas y naturales, maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Manizales, Colombia Disponible en: bdigital.unal.edu.co/9493/1/8411018.2012.pdf

Viau, J. E; Moro, L. E; Zamorano, R. O; Gibbs, H.M (s/f) “El modelado en la educación científica. Su relevancia en la formación de profesores” Universidad Nacional de Mar del Plata, Disponible en:

<http://www.feeye.uncu.edu.ar/web/posjornadasinve/area4/Formacion%20docente%20y%20evaluacion%20en%20la%20formacion%20docente/197%20-%20Viau%20y%20Otros%20-%20UN%20Mar%20del%20Plata.pdf>

Viau, J. E; Zamorano; Gibbs H. M; Moro L. E.(s/f) “*Capacidad generativa de conceptos sobre masa, peso y gravedad de un modelo analógico*” Universidad Nacional de Mar del Plata. Disponible en: www.feeye.uncu.edu.ar/.../198%20-%20Viau%20y%20Otros%20-%20UN%20Mar%...

Anexo N°2 Prueba diagnóstica de situaciones relacionada con los conceptos masa, peso y gravedad

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Preguntas de situaciones relacionada con los conceptos masa, peso y gravedad

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Grupo N° ____

En un tiempo aproximado de 1 hora, se debe de responder en el área de física las situaciones que se presentan a continuación. Cada grupo debe de discutir y analizar los puntos de vista de cada integrante y así llegar a un concepto que represente al grupo. Seguidamente cada grupo expondrá en plenaria su definición y argumentará brevemente la misma.

Preguntas

1. ¿Porque los objetos (sillas, mesas) seres vivos permanecen en el suelo y no flotan en el aire y como defines el concepto?. justifica tu respuesta.
2. ¿Si dejamos caer un martillo y una llave de un candado al mismo tiempo ¿cuál creen que cae primero? Justifica tu respuesta.
3. ¿Para comprar y llevar alimentos como papa, carne y arroz, el tendero pone estos en un aparato de medida, ¿cómo llamarías a la acción del tendero, como se llama el aparato de medida y en que unidades se encuentra?
4. ¿En cuál de los siguientes lugares una persona tiene mayor peso, ¿en la tierra o en la luna? Justifica tu respuesta.
5. ¿En cuál de los siguientes lugares una persona tiene mayor masa ¿En la tierra o en la luna? Justifica tu respuesta.

Anexo N°3 Guía de aprendizaje: Ley de la caída de los cuerpos

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°1

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Realizar lectura y debate sobre el siguiente tema, cada grupo nombrara un relator que resuma las ideas y conceptos centrales de la lectura ante los demás grupos. Tiempo: 1 hora

6.2 Ley de la caída de los cuerpos

Aunque muy probablemente no corresponda a un hecho histórico existe la anécdota de que mientras se desempeñaba como profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa, su tierra natal, Galileo, ante una gran audiencia que incluía a los escolásticos defensores del pensamiento aristotélico, habría dejado caer desde lo alto de la torre de Pisa dos balas, la una de mosquete y la otra de cañón, mucho más pesada la segunda que la primera, para demostrar que si bien la de cañón caía primero, la ventaja era mucho más pequeña que la que se podría esperar a partir de la doctrina aristotélica, según la cual, si la bala de cañón pesa mil veces más que la de mosquete, cuando la de cañón haya alcanzado la tierra, la de mosquete no se habrá desplazado más de la milésima parte del recorrido total. Puesto que la diferencia era tan pequeña que apenas podía ser observada, quedaba claro que la teoría aristotélica era incorrecta. De esta manera Galileo estableció que:

“Todos los cuerpos caen en el mismo tiempo desde la misma altura, independientemente de su peso”.

Esta ley está en abierta contradicción con la afirmación derivada de la concepción aristotélica, tan grata al sentido común, de que de la misma manera que el efecto —la caída—, es proporcional a la causa —la pesantez del cuerpo—, la velocidad con la que

caen los cuerpos es proporcional a su peso.

“Todos los cuerpos caen en el mismo tiempo desde la misma altura, independientemente de su peso”.

La ley de caída de Galileo se puede inferir por reducción al absurdo de la “ley” aristotélica. Supongamos que se dejan caer dos cuerpos cuyos pesos se encuentran en relación 10/1. De acuerdo con Aristóteles, si se dejan caer simultáneamente desde la misma altura, cuando el cuerpo más pesado llegue al suelo el cuerpo más liviano sólo habrá recorrido la décima parte de la trayectoria total y finalmente

cuando llegue al suelo habrá tardado diez veces más que el cuerpo más pesado. En terminología moderna se podría decir que el cuerpo más pesado cae con una velocidad media diez veces mayor que el más liviano. ¿Pero qué pasa si los dos cuerpos se unen y se dejan caer? Es de esperarse que el cuerpo más pesado arrastre al más liviano y éste caiga con una mayor velocidad que la que tendría en el caso de caer solo. Recíprocamente, el cuerpo más liviano frena al más pesado, por lo que éste habrá de caer con una velocidad menor que la que tendría si cayera solo, de modo que el sistema combinado cae con una velocidad menor que la del más pesado solo, pero esto constituye una contradicción con el principio de que la velocidad es proporcional al peso del cuerpo, pues el sistema en su conjunto pesa más que el más pesado considerado individualmente. Esta contradicción deja como única opción la ley de caída de Galileo.

Galileo fue célebre por plantear experimentos mentales en los que partiendo de situaciones reales se descubre una tendencia que permite llegar a la ley, una vez establecidas las condiciones ideales. Veamos cómo se da esta situación en el caso de la caída de los cuerpos. Consideremos dos esferas macizas de igual diámetro, la una de hierro y la otra de madera, y dejémoslas caer en diferentes medios para estudiar el efecto de la viscosidad sobre la velocidad de caída.

Si las esferas se dejan caer de manera simultánea en aceite, se podrá apreciar que la bola de hierro cae más rápidamente que la de madera. Si se repite la experiencia en agua, se podrá observar que la bola de hierro todavía cae más rápido que la de madera, pero la ventaja se ha reducido. Luego se realiza la experiencia en el aire y se podrá constatar que aunque persiste la diferencia, la ventaja de la bola de hierro ahora es casi imperceptible.

Finalmente se plantea el experimento que, aunque no se puede realizar por limitaciones prácticas, conduce a la ley deseada: la caída de los cuerpos en el vacío. Es de esperarse que, si la tendencia se mantiene, a medida que disminuye la viscosidad del medio disminuye la diferencia entre los tiempos de caída asociada al peso del cuerpo, de tal modo que en el vacío, donde la viscosidad del medio es nula, la diferencia entre los tiempos de caída también lo sea, de modo que se puede establecer, nuevamente, la ley de caída de los cuerpos de Galileo en su forma cualitativa: “en el vacío todos los cuerpos caen con la misma velocidad, independientemente de su peso” (figura 6.1).

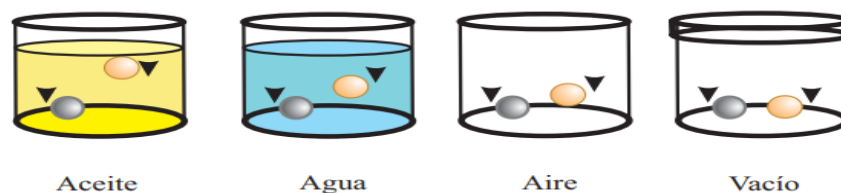


Figura 6.1. Dos cuerpos caen en aceite, agua, aire y en el vacío

Disponible en:

http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/161877/mod_resource/content/0/FCGPMMod6.pdf

Anexo N°4. Guía de aprendizaje N°2. Estudio del fenómeno de la caída de objeto.

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°2

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Realizar lectura y debate sobre el siguiente tema. cada grupo nombrara un relator que resuma las ideas y conceptos centrales de la lectura ante los demás grupos. Tiempo: 1 hora

Estudio del fenómeno de la caída de objetos

21

En Newton el estado natural de las cosas se regían por el principio de la inercia ya propuesto por Galileo, es decir la pregunta ya no era ¿porqué se mueven los objetos? sino ¿porqué 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.

Para Newton era clave el formalismo matemático. Newton 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 palabras de Feynmann "before Newton's time, the motion of things like the planets were a mystery, but after Newton there was complete understanding" (FEYNMAN, 1977)

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 cuerpos 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.

Para Newton, era necesario explicar la causa de la aceleración del objeto que está cayendo, por lo tanto, si la aceleración de la caída es constante cerca de la superficie Tierra, una fuerza debía ejercerse y ser constante sobre el objeto. Ya que la aceleración es la misma para todos los objetos que caen cerca de la Tierra, la fuerza debe ser proporcional a la masa de los objetos.

Disponible en:

[http://bdigital.unal.edu.co/9012/1/M%C3%B3nicamarcelaalarc%C3%B3nrodr%C3%](http://bdigital.unal.edu.co/9012/1/M%C3%B3nicamarcelaalarc%C3%B3nrodr%C3%ADguez.2012.pdf)

[ADguez.2012.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/9012/1/M%C3%B3nicamarcelaalarc%C3%B3nrodr%C3%ADguez.2012.pdf)

Anexo N° 5. Guía de aprendizaje N° 3. Caída de los cuerpos.

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°3. Caída de los cuerpos

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Realizar lectura y debate sobre el siguiente tema. cada grupo nombrara un relator que resuma las ideas y conceptos centrales de la lectura ante los demás grupos. Tiempo: 1 hora.

Cap 5. Caída de los Cuerpos

¿Has dejado caer alguna vez algún objeto?. Aunque la pregunta parezca obvia, comprender las implicaciones cinemáticas y dinámicas asociadas con este movimiento no lo fue en la historia de la humanidad. Usualmente cuando se escucha hablar de caída libre, se piensa que es sinónimo de caída, pero son dos cosas con comportamientos diferentes; a continuación se analizan las implicaciones de la caída libre y la caída de los cuerpos en medios resistivos.

5.1. La Caída Libre

El primer tipo de caída que se va a analizar es la caída libre, y para ello se parte del concepto

Caída Libre: Es el movimiento de un cuerpo que se caracteriza porque solo actúa el peso. Este es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, ya que la velocidad varía linealmente todo el tiempo por efecto de la gravedad.

Cuando se deja caer una moneda de la mano, inicialmente la moneda parte desde el reposo porque la velocidad es cero; inmediatamente después la velocidad empieza a aumentar aproximadamente a una razón de $9,8 \frac{m}{s}$ cada segundo, es decir el primer segundo la velocidad adquirida es de $9,8 \frac{m}{s}$, el segundo la velocidad aumenta de nuevo $9,8 \frac{m}{s}$ y ahora es de $19,6 \frac{m}{s}$, y así sucesivamente tal como se aprecia en la figura 5.1. Esto implica que el valor de la aceleración para cuerpos que caen cerca a la superficie de la Tierra es $9,8 \frac{m}{s^2}$, a este valor se denomina la *aceleración de la gravedad*.

Aceleración de la gravedad: Es la aceleración aproximada a la cual cae un cuerpo desde alturas cercanas a la superficie terrestre.

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

Lo anterior permite describir matemáticamente el movimiento de caída libre mediante las ecuaciones para la posición, la velocidad y la aceleración demostradas en el capítulo de Movimiento Rectilíneo y propiamente las analizadas en el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, con dos modificaciones importantes:

La aceleración corresponde a la aceleración de la gravedad.

Disponible en:

https://www.google.com.co/search?biw=1366&bih=613&ei=AfRxW_GKDITz5gLB35ioCQ&q



Figura 5.1. Caída libre de un cuerpo. La rapidez aumenta en cada segundo $9,8m/s$ con respecto a la rapidez anterior

Anexo N°6. Guía de aprendizaje N°4. Videos: la gravedad, campo gravitatorio, Caída de los cuerpos.

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°4

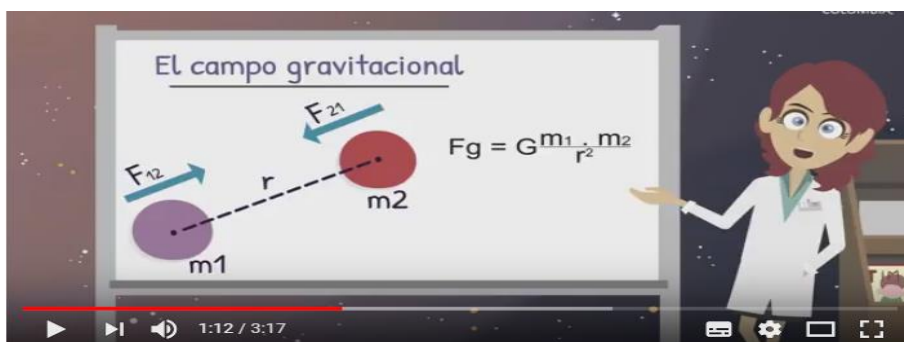
Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Proyección de videos. Tema: Campo gravitatorio y ley de la gravedad, caída de los cuerpos.

Realizar comentario sobre los siguientes videos. Cada grupo nombrara un relator que resuma las ideas y conceptos centrales de lo observado y entendido de los videos ante los demás grupos

Tiempo: 1 hora

Tema: Campo gravitacional.



Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=WJ0DwgWedIs>

Video: Ley de la gravedad



Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=RbLVKuexyYg>

Video: Caída libre en el vacío



Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=yerkQ7_7bOQ

Video: el peso



Disponible en

<https://www.youtube.com/watch?v=9kQKOp-Rtb0>

Anexo N°7. Guía de aprendizaje N°5. Laboratorio cálculo de masa

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°5: Laboratorio cálculo de masa.

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física Grupo N° _____

Manual de práctica.

Tiempo: 20 Minutos

<p>Materiales</p> <p>Balanza electrónica, 1 veladora, Libreta de apuntes. Objeto cortante (cuchillo) Cubeta con agua, Libreta de apunte.</p>
<p>Teoría.</p> <p>Materia es todo cuanto existe en el universo, tienen masa, y volumen. La materia presenta propiedades, Una propiedad es una característica por medio de la cual una sustancia puede ser descrita e identificada, las propiedades pueden ser generales o extrínsecas y específicas o intrínsecas, entre las generales están, la masa, forma, tamaño, inercia, volumen, impenetrabilidad. Estas propiedades son comunes a todos los cuerpos y no permiten diferenciar una sustancia de otra. (Química Educar editores)</p> <p>La masa: es una propiedad que no varía con los factores externos, es una propiedad intrínseca de los cuerpos.</p> <p>Procedimiento</p> <p>1. Encienda la balanza electrónica, verifique que su lectura este en cero, proceda a montar la vela en el plato de la balanza:</p> <p>Registre los resultados _____</p> <p>2. Coja nuevamente la vela y pártala por la mitad, tome una de las partes y móntela en la balanza.</p> <p>Registre los resultados _____</p> <p>Realice una resta entre los resultados 1 y 2</p> <p>Resultado 1 _____ Resultado 2 _____ - _____ = _____</p> <p>3. Coja la misma parte de la vela del procedimiento anterior, sumérjala durante 10 segundos en la cubeta con agua, sáquela, séquela y móntela nuevamente en la balanza.</p> <p>Registre los resultados _____</p> <p>Resolver:</p> <p>Preguntas</p> <p>1. ¿Qué unidades se encuentran los registros en la Balanza? _____</p> <p>2. ¿A qué crees que se debe la diferencia en la medida del resultado 1 y 2?</p> <p>3. ¿Hubo variación en los valores de la vela antes y después de sumergirla en el agua?</p> <p>4. ¿Si a la acción de estudiar se le dice: Estudiando, a la de pesar se le dice: pesando? ¿Cómo le llamarían a la acción de medir la masa?: _____</p> <p>5. Si vas a la tienda y pides una libra de carne. ¿Cómo llamas a la acción del tendero?</p> <p>6. Teniendo en cuenta todos los resultados anteriores ¿cómo definen el concepto de masa?</p>

Anexo: 8. Guía de aprendizaje N°6. Laboratorio cálculo de peso

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°6. Laboratorio cálculo de peso

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física Grupo N° _____

Manual de práctica.

Teoría.

El peso de los cuerpos.

El peso de un cuerpo se relaciona con su masa, sin embargo, se trata de dos conceptos diferentes. El peso de los objetos varía con la altura, pero para la altura que nos movemos con respecto a la superficie de la tierra, esta variación es pequeña y puede despreciarse. El peso también depende del lugar donde se encuentre el cuerpo.

Una de las fuerzas básicas de la naturaleza es la interacción gravitacional, en la cual, todo cuerpo que se encuentre en la proximidad de la tierra experimenta una fuerza de atracción gravitacional. Esta fuerza ejercida por la tierra sobre los objetos se denomina **peso** y su vector se representa dirigido hacia el centro de la Tierra. Para los objetos que se encuentran cerca de la superficie de la tierra representamos el vector peso hacia abajo. (Nueva física 10) p (104). Para determinar la intensidad de una fuerza aplicada sobre un cuerpo, se utiliza un instrumento denominado dinamómetro, que consiste en un resorte graduado que al ser deformado determina el valor de dicha fuerza (p.99) Editor Santillana.

El peso: Varía con los factores externos,

Procedimiento

1. Coja el dinamómetro y colgarlo en el soporte universal, tome las baterías y átele un trozo de hilo de la misma longitud a cada una, colgar cada batería en orden de tamaño y registrar el valor:

Batería grande _____

Batería Mediana _____

Batería pequeña _____

2. Coja nuevamente cada batería y cuélguela por turno en el dinamómetro y sumérjala en la pecera llena de agua, registre los resultados.

Batería grande _____

Batería Mediana _____

Batería pequeña _____

3. Desate cada batería, sujétela con los dedos y póngalas rosando la superficie del agua de la pecera y suéltelas a la misma vez, otro compañero debe registrar el tiempo de la caída hasta el fondo de la pecera de cada batería.

Batería grande _____

Batería Mediana _____

Batería pequeña _____

4. Saque las baterías del agua, sujételas con los dedos y levante los brazos hasta el rostro y dejarlas caer a la vez hasta el suelo. ¿Cuál de las baterías cayó primero?
5. Coja el martillo junto con la llave de candado levante los brazos hasta el rostro y dejar caer hasta el suelo. ¿Cuál de los objetos cayó primero?
6. ¿Por qué crees que se utilizó el dinamómetro en esta práctica y no la Balanza?

Resolver:

Preguntas

1. ¿Qué unidades se encuentran los registros en el dinamómetro? _____
2. ¿A qué crees que se debe la diferencia en la medida en cada batería?
3. Si se registraron variaciones o no en la medida de cada batería cuando se sumergieron en agua. ¿A qué crees que se debe?
4. ¿Qué batería llegó al fondo de la pecera en menor tiempo y por qué?
5. ¿A qué crees que se debe los resultados en la igualdad de la caída de las baterías al suelo'?
6. ¿A qué crees que se debe los resultados en la igualdad en la caída del martillo y la llave?
5. Si vas a la tienda y pides una libra de carne. ¿Cómo llamas a la acción del tendero?
6. Teniendo en cuenta todos los resultados anteriores ¿cómo definen el concepto de peso?

Materiales

Dinamómetro, Soporte Universal, tres baterías de diferentes tamaños, (Grande, mediana y pequeña), Martillo, llave de candado, cronometro, hilo, pecera (Suministrada por el profesor), Libreta de apuntes.

Anexo: 9 Guía de aprendizaje N°7. Analogía

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

Guía de aprendizaje N°7 Concepto Analogía

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física Grupo N° _____

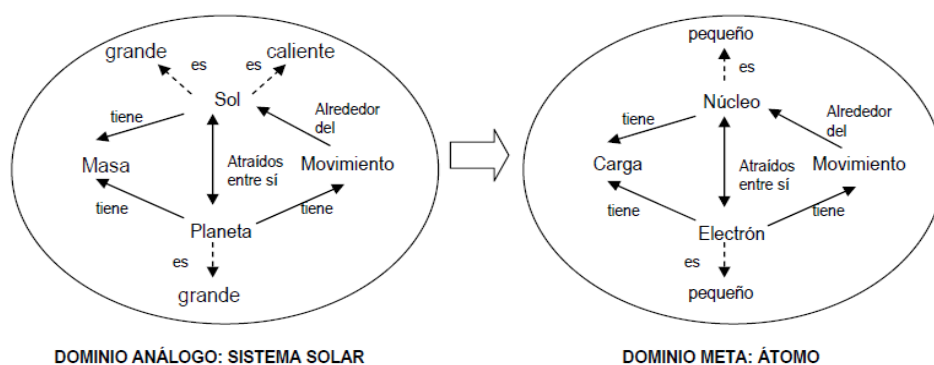
Realizar comentario sobre el siguiente tema. Cada grupo nombrara un relator que resuma las ideas y conceptos centrales de lo observado y entendido en la ilustración ante los demás grupos.
Tiempo: 30 Minutos

Teoría

Según: José María Oliva

Las analogías son comparaciones entre nociones, conceptos, principios, leyes, fenómenos, etc.; que mantienen una cierta semejanza entre sí. Constituyen un recurso frecuente en el contexto escolar, cuando el profesor, por ejemplo, pretende hacer más comprensible una idea compleja y utiliza para ello otra que resulta más conocida y familiar para el alumno. La noción o sistema que se requiere aclarar se denomina objeto o blanco, según los autores, mientras que el que se utiliza como referencia se denomina análogo, ancla o fuente.

Observa la siguiente ilustración.



Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 3, N°3, 363-384 (2004)

Analogía entre el átomo y el sistema planetario	
Análogo	Blanco o tópico
Sistema planetario	Átomo
Su centro es el sol	Tiene núcleo (centro)
Los planetas giran alrededor del sol	Los electrones giran en diversos planos alrededor del núcleo
Se mantienen debido a la fuerza gravitacional	Impulsados por fuerzas eléctricas

Según La teoría, la imagen y el cuadro descrito anteriormente, realizar una analogía entre:
El funcionamiento del cuerpo humano y un vehículo (carro).

Anexo 10. Lista de chequeo

INSTITUCION EDUCATIVA MIGUEL ANTONIO CAICEDO MENA

APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS DE MASA, PESO Y GRAVEDAD EN LOS
ESTUDIANTES DEL GRADO NOVENO A TRAVÉS DE MODELOS DIDÁCTICOS
ANALÓGICOS

Área de Ciencias Naturales, Ciencias Naturales –Física

Lista de chequeo

Grupo N° ____

LISTA DE CHEQUEO				
Los grupos y estudiantes durante la intervención:	Nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
Cumplen el horario asignados para las actividades				
Se evidencia trato de respeto entre los integrantes del grupo				
Durante las actividades de lectura muestran interés en ella.				
Durante las actividades de video, imágenes muestran interés en ellos.				
Voluntariamente hacen anotaciones de aprendizaje durante las actividades.				
Durante las actividades Kinestésicas (Analogías) se muestran divertidos y cautivados.				
Preguntan y plantean dudas				
Realizan un debate organizado				
Hacen predicciones y explicaciones con ideas propias				
En el grupo se evidencia el trabajo activo y colaborativo				
Se evidencia curiosidad por saber más de los temas tratados				
Todos los integrantes aportan ideas				