



Escuela de Posgrado

Tesis

**LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE MASA A PARTIR DE LA
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DEL GRADO DÉCIMO DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA**

Para optar el grado académico de

DOCTOR EN EDUCACIÓN

Presentado por:

Juan Carlos, MARTÍNEZ MUÑOZ

Lima, Perú

Abril de 2020

Tesis

**LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE MASA A PARTIR DE LA
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DEL GRADO DÉCIMO DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA**

Área de Investigación

DIDÁCTICA DE LA CIENCIAS NATURALES

Asesor

DR. JOSÉ FLORES

Tabla de contenido

| | |
|--|---------------------|
| Lista de tablas | v |
| INTRODUCCIÓN | vii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 10 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 10 |
| 1.2. Formulación de la pregunta de investigación | 13 |
| 1.3. Objetivos de la investigación..... | 14 |
| 1.3.1.Objetivo | general. |
| | 14 |
| 1.3.2.Objetivos | específicos. |
| | 14 |
| 1.4 Justificación y viabilidad de la investigación | 15 |
| 1.4.1 Justificación | 15 |
| 1.4.2 Viabilidad | 16 |
| 1.5 Delimitaciones de la investigación | 17 |
| 1.6. Limitaciones de la investigación..... | 18 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 Antecedentes de la Investigación..... | 20 |
| 2.2 Bases teóricas de la investigación | 21 |
| 2.2.1 Ideas previas | 21 |
| 2.2.1 Didáctica de las ciencias naturales | 24 |
| 2.2.2 Algunos elementos epistemológicos sobre el concepto de masa | 25 |
| 2.2.4 La argumentación científica | 29 |
| 2.2.5 El cambio conceptual | 30 |
| 2.3. Supuestos básicos | 31 |
| 2.4. Identificación de dimensiones | 32 |
| 2.5. Codificación a priori | 32 |
| 2.6 Codificación a posteriori | 33 |
| 2.7. Definición de términos básicos | 35 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA | 37 |
| 3.1. Tipo de investigación: | 37 |
| 3.2 Método y diseño de la investigación | 40 |
| 3.3. Población y punto de saturación | 41 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 43 |
| 3.4.1. Descripción de instrumentos | 43 |
| 3.4.2. Validación de instrumentos | 46 |

| | |
|---|----|
| 3.4.3 Confiabilidad | 47 |
| 3.5. Análisis de datos | 48 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 49 |
| 4.1 Descripción de resultados | 49 |
| 4.1.1 Resultados para el objetivo uno | 49 |
| 4.1.2. Análisis del impacto de la unidad didáctica en estudiantes | 55 |
| 4.1.3. Análisis de la argumentación de los estudiantes frente a situaciones que retan sus ideas alternativas | 58 |
| 4.2 Discusión de resultados..... | 66 |
| 4.2.1 Caracterización de las ideas previas | 66 |
| 4.2.2 Triangulación de resultados cualitativos | 68 |
| 4.2.3 Elementos sobre la argumentación científica | 70 |
| CONCLUSIONES | 72 |
| RECOMENDACIONES | 75 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 77 |
| ANEXOS | 81 |
| MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN | 84 |

Lista de tablas

| | |
|---------------|----|
| Tabla 1..... | 33 |
| Tabla 2..... | 34 |
| Tabla 3..... | 41 |
| Tabla 4..... | 42 |
| Tabla 5..... | 50 |
| Tabla 6..... | 51 |
| Tabla 7..... | 51 |
| Tabla 8..... | 52 |
| Tabla 9..... | 53 |
| Tabla 10..... | 53 |
| Tabla 11..... | 54 |
| Tabla 12..... | 55 |
| Tabla 13..... | 57 |
| Tabla 14..... | 57 |
| Tabla 15..... | 57 |
| Tabla 16..... | 59 |
| Tabla 17..... | 61 |
| Tabla 18..... | 63 |

RESUMEN

El presente estudio evaluó la unidad didáctica diseñada para la construcción del concepto de masa en términos formales con el fin de ser aceptado y aplicado en la comunidad académica. Para tal fin, se planteó una investigación no experimental transeccional correlacional – descriptiva, de enfoque mixto, para una población de 95 estudiantes de grado 10, tomando una muestra de 27 estudiantes. Los resultados permitieron saber que la unidad didáctica propuesta e implementada, arrojó un resultado positivo, lo que permite sugerir su uso en la construcción del concepto de las categorías de masa, así mismo, el grado de escolaridad influyó en la aplicación del concepto, debido a que las categorías dependen del nivel de abstracción.

Palabras Claves Ideas previas, argumentación, didáctica, alfabetización científica,

ABSTRACT

The research assessed the didactic unit design for the building of the mass concept in formal terms with the purpose to be accepted and applied in the academic community. For such purpose, it is set, a descriptive correlational non-experimental transactional research, with a mixed approach, this is proposed for a population of 95 students of tenth grade, taking a sample of 27 students., the result allows to know that the didactic unit proposal and implemented throw a positive result, it allows to suggest the used in the construction of the concept in the categories of the mass, in the same way, the grade of scholarship influences the application of the concept, due to that the categories depend on the level of abstraction.

Key words: previous ideas, argumentation, didactic, scientific literacy.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de estrategias didácticas que posibiliten la construcción de los conocimientos científicamente aceptados, se exploraran diversas opciones que pretendan dar respuesta a las necesidades particulares en cada uno de los campos en que se dividen las ciencias naturales. La velocidad con la que ha evolucionado la tecnología nos plantea la inquietud sobre la velocidad con la que evoluciona el conocimiento científico. A pesar del aporte que hace el uso de los medios tecnológicos, en la rapidez con la que avanza el conocimiento científico. Dicho conocimiento se tarda mucho más en llegar a la escuela. Pero, dada la facilidad con la que se puede encontrar la información, nos vemos en la posibilidad personal de, por lo menos, acceder a dicho conocimiento. Es por esto, la alfabetización científica se convirtió en una necesidad apremiante para el ciudadano actual, de manera que cuente con las competencias científicas necesarias para asimilar el conocimiento.

Con base en estas consideraciones, se plantea la necesidad de desarrollar una estrategia que le permita al estudiante el fortalecimiento de su competencia argumentativa, así como el enriquecimiento de su acervo conceptual en ciencias. En esta línea de ideas se plantea una estrategia didáctica que propicie la construcción del concepto de masa, a partir del reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes y tomando como eje del desarrollo de dicha estrategia, la argumentación científica. Es así como la presente investigación se plantea en cuatro capítulos. El primero de ellos: planteamiento del problema, describe la situación actual de la realidad en el contexto general y particular de la escuela. Se plantean las preguntas de

investigación, los objetivos de esta, las hipótesis que orientan el trabajo. De igual forma se establece la justificación para llevar a cabo la misma, la viabilidad, las limitaciones y delimitación del problema objeto de esta investigación.

En el capítulo II, se plasman las referencias a otras investigaciones con un objeto de estudio similar. Se establecen las bases teóricas a partir de las cuales se construye la propuesta didáctica y se plantean las categorías de análisis antes y después de la aplicación del test y postest, con las cuales se realizará el análisis de los instrumentos. Por otro lado, se definen los términos con los cuales se hace referencia a elementos fundamentales en el desarrollo del trabajo pedagógico.

En el capítulo III, se establece el tipo de investigación, describiendo el porqué de esta. Así mismo, se esboza el método y diseño de la misma, se describe la población objeto de estudio y se determinan las razones por las cuales se escoge la muestra. Por otra parte, se describen los instrumentos utilizados para la recolección de la información aportada por los estudiantes; la validez y la confiabilidad de estos. Así como la metodología utilizada para el análisis de los resultados.

El capítulo IV, recoge la descripción de los resultados en cada uno de los momentos en la aplicación de la unidad didáctica. Estos resultados se recogen de acuerdo con el objetivo al cual apuntan, con esto se espera determinar la pertinencia del trabajo en el logro de los objetivos. Dentro del mismo capítulo, se realiza el análisis de los resultados. Este se lleva a cabo, a la luz de los objetivos de la investigación.

El trabajo culmina, con un apartado dedicado a las conclusiones generales del estudio, así como las recomendaciones en el campo de la didáctica, la práctica docente y del ambiente propicio en la escuela para el desarrollo de las competencias científicas. La última parte de este

apartado contiene la revisión bibliográfica, acompañado de los anexos que evidencian el trabajo realizado.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se abordará la problemática desde una descripción epistemológica, didáctica y curricular sobre el concepto de masa y su categorización.

1.1. Descripción de la realidad problemática

La enseñanza de las ciencias implica establecer puentes entre el conocimiento que expresan los científicos a través de textos, y el conocimiento que pueden construir los estudiantes; para lograrlo es necesario repensar el conocimiento de los científicos de manera que los estudiantes noten de forma clara las diferentes etapas de su elaboración y a la vez de aprendizaje. Sin embargo, esta reconstrucción no puede convertirse solo en simplificaciones continuas de conceptos.

Considerando lo anterior, durante el desarrollo de la tesis se pretende esbozar el concepto de masa desde las concepciones de los estudiantes de educación secundaria, partiendo desde las ideas previas que, a lo largo de su formación, tanto en el hogar como en la escuela, han elaborado los estudiantes y sus implicaciones en la construcción de conceptos científicos. Pasando por algunas consideraciones epistemológicas que afectan la enseñanza, hasta llegar a una propuesta de trabajo basado en la demostración científica, como la habilidad que facilita la alfabetización académica.

De ese modo, la transformación de los contenidos científicos en su proceso de adaptación admite una delimitación de conocimientos parciales, una descontextualización y, finalmente, una despersonalización (MEN, 2006), pues en el proceso de enseñanza de estos conceptos ya han pasado varias etapas, donde se encuentra una gran brecha entre el saber académico y el saber-enseñar, pues se simplifica, modifica y reduce su complejidad original.

Sin embargo, los educadores de hoy están en la obligación de facilitarlos conocimientos en el aula, una legitimidad epistemológica del saber enseñado que se origina cuando el docente se identifica con la historicidad del saber a enseñar y se compromete con un proceso en el cual lleve a sus estudiantes a determinar que la ciencia ha tenido un inicio, evolución y que, constantemente, está en cambio, pues existen las comunidades científicas que trabajan e innovan continuamente.

Lo anterior no significa, que las construcciones didácticas de las ciencias naturales, específicamente de la física, deban entenderse como reducciones de teorías más complejas. Como, por ejemplo, al referirnos al concepto de “masa” cuyos significados se han ido complejizando, utilizando un lenguaje más simple, que de una u otra forma, se aleja de lo que inicialmente el lenguaje científico expresaba.

Es así, como para Galileo era claro que la velocidad de los cuerpos al caer es directamente proporcional a su tamaño y, por lo tanto, directamente proporcional a su peso, como lo afirmaba Aristóteles. Este último, en su disertación del movimiento, establece los fundamentos para el concepto de masa inercial; 300 años después de los planteamientos elaborados por Galileo, y pese a los avances logrados en la conceptualización de la masa, se observa que docentes y estudiantes se mantienen conceptualmente en las ideas aristotélicas.

Sin lugar a duda, en la práctica pedagógica prevalece el manejo de los conceptos descontextualizados, con lo cual el estudiante simplemente adquiere una definición; por ello, es necesario que el docente haga uso de la historia, no como una batería de historietas y anécdotas curiosas para entretener a los estudiantes con el fin de hacer un alto en el camino, sino, con el propósito de entender y hacer comprender una idea difícil del modo más adecuado, según Guzmán (2009), es decir, que pueda contextualizar y profundizar sobre los conceptos,

llevándolos a la experiencia original plagada de sentimientos y emociones donde sus autores realizan la búsqueda de porciones de conocimiento con genuina pasión.

Por otra parte, es relevante indicar que, para llevar a cabo la construcción conceptual en ciencias, se hace necesario establecer qué otros conceptos se relacionan previa y posteriormente, pues no son conceptos aislados, sino que reúnen una serie de conceptos básicos indispensables para su comprensión, de manera tal, que el estudiante los debe ir construyendo a lo largo de sus niveles escolares para llegar al objetivo propuesto en último grado.

Desde este punto de vista, lo que el docente debe pretender en la elaboración conceptual, es que el estudiante enlace una serie de conceptos que le permitan ver la física como una disciplina integradora donde se debe tener en cuenta la naturaleza de las ciencias, es decir desde el ámbito epistemológico, sociológico e histórico, de acuerdo con Hernández y Morales (2009) lo que se busca es la alfabetización científica y la desmitificación de la misma para que los estudiantes se acerquen más a su estudio y vean en ella una manera de comprender el mundo.

Por otro lado, cuando se realiza un análisis desde un punto de vista epistemológico con los estudiantes sobre el concepto de masa, se les brinda la oportunidad de construir diversas categorías del mismo concepto (ontológico, operacional, funcional, relacional, transposicional) como lo plantea Doménech (1992). Con lo cual, se brinda nuevas herramientas que enriquecen y fortalecen su habilidad argumentativa. Toda vez que se aportan nuevos elementos de carácter epistemológico que contribuyen a valorar el conocimiento científico como un saber no acabado y en constante construcción, que, en muchos de los casos, nos plantea ondas contradicciones con nuestro conocimiento cotidiano y, por tanto, exige poner a prueba la solides de nuestros argumentos, de manera tal que través de los procesos de pensamiento, paulatinamente se irán alcanzando mayores niveles de rigor y complejidad.

Por otro lado, desde el punto de vista sociológico, se observa como el concepto de masa se desdibuja en la cotidianidad. Por una parte, es frecuente relacionar el término masa con la materia prima de ciertos alimentos: pan, tamales, buñuelos, arepas. Así como el uso del término: materia, para referirse al pus que sale las heridas infectadas. Por poner algunos ejemplos. Lo cual conlleva a la presencia de dificultades, a la hora de poner en contexto el término en la solución de diferentes tipos de situaciones.

Finalmente, en el desarrollo histórico de las ciencias el concepto de masa se ha asociado con diferentes definiciones, las cuales se inscriben en contextos históricos particulares. Por ejemplo, las concepciones derivadas de los estudios de Newton, a saber: masa como cantidad de materia, masa inercial y masa gravitacional; la cual se diferencia, de acuerdo al contexto, de la aportada por la física relativista, en la cual el propio Einstein propone la estrecha relación entre estas (inercial y gravitacional) llegando a sugerirlas como un mismo concepto. De igual forma, de acuerdo con Doménech (1992), con el desarrollo del conocimiento de diferentes disciplinas surge, la necesidad definir otras categorías como cantidad de sustancia, que están relacionadas con el concepto de masa.

1.2. Formulación de la pregunta de investigación

De acuerdo con lo expuesto anteriormente y conforme a la didáctica de las ciencias, se debe tener en cuenta la complejidad de los procesos de construcción de significados por el individuo, la complejidad de los conceptos implicados y las ideas previas con las cuales, tanto los estudiantes, como sus profesores, parten en la construcción del conocimiento.

De ahí, surge la pregunta que servirá como guía en el desarrollo de la investigación:

¿Cómo contribuye el diseño, la implementación y evaluación de una unidad didáctica, basada en la argumentación científica, en la construcción del concepto de masa en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña?

Para tal fin se tendrán en cuenta las siguientes preguntas orientadoras del proceso:

- ¿Qué concepciones alternativas de masa en la interpretación de situaciones propuestas utilizan los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué?
- ¿Una vez aplicada la unidad didáctica, los estudiantes logran rechazar sus explicaciones alternativas del concepto de masa en situaciones propuestas?
- ¿Es posible contribuir al cambio del concepto sobre la masa una vez aplicada la unidad didáctica?
- ¿Qué elementos componen la argumentación de los estudiantes frente a situaciones planteadas entorno al concepto de masa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la unidad didáctica diseñada para la construcción del concepto de masa, a la luz de las categorías formalmente aceptadas.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Revisar las nociones del concepto de masa elaboradas por los estudiantes de manera empírica.
2. Medir el impacto de la unidad didáctica diseñada para la construcción del concepto de masa basada en los argumentos científicos.
3. Analizar los elementos de la argumentación generada por los estudiantes frente a situaciones que retan sus ideas alternativas.

1.4 Justificación y viabilidad de la investigación

1.4.1 Justificación

En el desarrollo de los programas curriculares en Ciencias Naturales, el concepto de masa se encuentra presente en una gran variedad de temas que deben desarrollarse: al inicio en el estudio de las unidades de medida, al abordar la dinámica al abordar el tema concerniente a los fluidos para definir la densidad de los mismos; en la Ley de gravitación Universal; en el estudio de la teoría de la relatividad; en la física cuántica; en el estudio sobre soluciones, y en la aplicación de las leyes de los gases.

Generalmente, en el aula los conceptos físicos y químicos se reducen a la aplicación de fórmulas, limitando su estudio a ejercicios que exclusivamente exigen la identificación de los valores de algunas variables y la aplicación de ecuaciones, dejando a un lado la concepción epistemológica de los mismos.

Los estudiantes terminan resolviendo de manera mecánica una gran cantidad de ejercicios que los entrenan para enfrentar situaciones similares a las propuestas en los mismos; pero, al

verse frente a situaciones retadoras, en las cuales se les exige argumentar sobre una situación indicada, se muestran conceptualmente limitados.

Dichas limitaciones se mantienen en el tiempo, pese al paso de los estudiantes por las aulas escolares y su correspondiente acumulación de conocimiento. Ignorar el acervo conceptual elaborado por los jóvenes a lo largo de su vida cotidiana y las implicaciones de estos en la construcción del conocimiento, con llevan al fracaso de la alfabetización científica como herramienta que acerca a los estudiantes al conocimiento socialmente aceptado.

De acuerdo con Osborne (2004), los estudiantes y profesores deben tomar conciencia de que las ideas científicas no necesariamente se parecen a las del sentido común ni resultan siempre evidentes, sino que son el producto del trabajo arduo de comunidades de científicos en una de las actividades cognitivas más importantes de la humanidad.

De acuerdo con lo expuesto hasta el momento, el trabajo de investigación se presenta como una línea de interés para la didáctica de la ciencia, ya que se establece como un paso importante para asumir la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva filosófica, que conlleve al cambio conceptual a partir de la argumentación científica y la diferenciación entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico como lo afirma (Chaux, Lleras y Velasquez, 2004).

1.4.2 Viabilidad

Para el desarrollo de la investigación, se cuenta con los permisos necesarios aportados por la institución educativa, así como el tiempo disponible para el desarrollo de los diferentes momentos en los cuales se divide la unidad didáctica. De igual forma se tiene acceso a las aulas, equipos audiovisuales, de cómputo, conexión a internet y demás elementos necesarios para el buen desarrollo de los instrumentos.

Dicha disponibilidad se da, toda vez que quien desarrolla la investigación y aplica los diferentes instrumentos labora en la misma, con lo cual existe un conocimiento amplio de la población y la familiaridad suficiente en el uso y manejo de los espacios y equipos necesarios. Por otra parte, la ejecución de unidad didáctica se lleva a cabo durante la jornada escolar, particularmente en las clases de física, con lo que se busca minimizar la posibilidad de ausencia por parte de los estudiantes y garantizar la seguridad y comodidad de los mismos.

De igual forma, se cuenta con el concurso de los profesores del área de ciencias naturales, especialista en biología, química, física y matemáticas, quienes tienen conocimiento del desarrollo de la investigación y colaboran en la aplicación de los diferentes instrumentos. En cuanto a la obtención de los materiales necesarios para el desarrollo de los instrumentos, se financian con recursos propios.

1.5 Delimitaciones de la investigación

El desarrollo del trabajo de investigación se desarrolla en la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué, departamento del Tolima (Colombia). Institución oficial, perteneciente a la Secretaría de Educación Municipal de Ibagué, ubicada en el barrio las Brisas, cuya comunidad educativa corresponde a los estratos socioeconómicos 1 y 2 de la comuna 11 de esta localidad.

La Institución cuenta con siete sedes, cinco urbanas y dos rurales. De estas, en seis de ellas se imparte la educación en básica primaria y la sede principal, en la cual se trabaja la educación en básica secundaria y educación media. La institución educativa es de carácter técnico, articulada con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), quienes imparten la formación técnica.

En cuanto a la aplicación de la unidad didáctica, esta consta de siete momentos, los cuales requieren de dos horas clase para su desarrollo. En un primer momento, se realiza la actividad

denominada Palabra Clave, en un segundo momento se aplica la el Pre- Test, En un tercer momento se observa el video “Galileo Galilei: El Arte de la Ciencia. Capítulo 3: El Método”, en un cuarto momento se aplica el instrumento de trabajo individual “Predicción Individual” sobre el concepto de masa, en un quinto momento se aplica el instrumento “Predicción por Grupos” pero para el trabajo por equipos, en un sexto momento, se desarrolla la actividad de laboratorio, denominada Resultados. Finalmente, en su séptimo momento, se aplica el Post-Test.

De esta manera, se requiere de un tiempo de 14 horas para el desarrollo de la unidad didáctica.

Por otra parte, la institución cuenta con 1320 estudiantes, de estos 540 corresponden a la educación básica secundaria media técnica. El desarrollo de la tesis se llevará a cabo con los estudiantes de grado décimo, de donde se tomará la muestra, ya que estos inician su primer curso de física, con lo cual se asegura la relevancia del tema de investigación en su formación actual.

En cuanto al tema de investigación, cabe anotar que se enfoca en el impacto que puede tener la aplicación de una unidad didáctica basa en la argumentación científica, en la transformación conceptual del concepto de masa y uso en contextos que requieran de su uso.

1.6. Limitaciones de la investigación

Para el desarrollo de la investigación, se observan como posibles limitantes, los relacionados con la asistencia de los estudiantes a la institución educativa, pues dadas las condiciones socioeconómicas de los estudiantes y sus familias, estos con regularidad faltan a la institución.

Por otra parte, existe la posibilidad que se den jornadas sindicales, en las que los estudiantes no asisten a la institución. En estos casos, se cuenta con el permiso de las directivas y de los padres para citarlos al desarrollo de las actividades.

Otra posible limitante, está relacionada con la fidelidad y veracidad de los datos, pues los estudiantes tienden a copiar sus respuestas, pese a ser informados que el desarrollo de las actividades no afecta la valoración del curso de física. Para esto, se recurre a separarlos una distancia prudencial en las jornadas de trabajo individual y en los trabajos por equipos, se dispone del espacio suficiente para que cada grupo no sea molestado por otros. De igual forma, se cuenta con el acompañamiento permanente del investigador.

Cabe destacar, que el alcance de la investigación se ve limitada, por el nivel de escolaridad, relacionado con la complejidad que presentan algunos contextos en los cuales se utiliza el concepto de masa. Por ejemplo, las usadas en la Teoría de la Relatividad y en la Mecánica Cuántica. Así como, por la misma inexactitud con que es manejado el concepto de masa al interior de la propia física.

Por otro lado, a pesar de que la investigación del cambio conceptual tuvo su auge hace más de una década, el enfoque que aquí se pretende dar está en sintonía con los estudios que se han realizado en torno a las investigaciones sobre Naturaleza de Ciencia, así como con las expectativas intelectuales que se plantean para que un individuo se desenvuelva en la sociedad del conocimiento como lo plantea el (Instituto de Tecnologías Educativas Departamento de Proyectos Europeos, 2011).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Dada la complejidad del tema de investigación, se hace necesario revisar una gran variedad de aspectos relacionados con el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. Para esto, se realiza la revisión de documentos relacionados con los aspectos epistemológicos, didácticos, metodológicos y disciplinares.

Es así como se han seleccionado algunos proyectos e investigaciones que se describen a continuación, los cuales brindan aportes directos al campo de la enseñanza de la física. Inicialmente se tiene la investigación: “La indagación científica: una estrategia para aprender colaborativamente ciencias naturales en la educación primaria” Egaña, B., & Enrique., H. (2017). Esta investigación contribuye a poner de manifiesto, el uso de la evidencia como una habilidad crítica en la construcción y reconstrucción del conocimiento científico; resalta la importancia de la interacción de los estudiantes, en la medida que moviliza sus concepciones previas, sus nuevos y viejos saberes.

Por otro lado, desde el desarrollo de la didáctica de la enseñanza de la física se encuentra la investigación: “Alternativa metodológica para la formación integral de los estudiantes desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física” Ruiz (2011), en la cual se fundamenta una concepción didáctica-totalizadora del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el Nivel Medio Superior que está integrada por tres subsistemas esenciales: la formación conceptual metodológica, la formación cultural y la formación integral que deviene síntesis de las dos anteriores.

De igual forma, la investigación: “Bases didáctico-curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de la argumentación oral en la educación media” Rodríguez (2019), está enfocada

en el estudio de la integración de la didáctica del lenguaje, las ciencias y el currículo; con lo cual se espera determinar el lugar que ocupa la argumentación oral, en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media.

Por otra parte, la investigación: “El uso del mapa conceptual como recurso didáctico facilitador del aprendizaje significativo de conceptos científicos de ciencias naturales en la enseñanza primaria” SILVEIRA (2014), aporta un estudio sobre la implementación de los mapas conceptuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje al interior de un aula de clase de la escuela primaria. De igual forma, estudia el efecto del trabajo en el aula, sobre los preconcepto que muestran los estudiantes.

2.2 Bases teóricas de la investigación

2.2.1 Ideas previas

En la década correspondiente a 1980 se da un fuerte proceso de reevaluación de la psicología conductista, la cual predominaba en décadas anteriores. En ella la mente del estudiante era asumida como una tabula rasa donde el profesor podía plasmar el conocimiento por medio de una serie de procedimientos fundamentados en la operación estímulo-respuesta.

A partir de este momento se empieza a reconocer el aprendizaje como el resultado de la interacción entre lo que se enseña y la experiencia adquirida por el estudiante a lo largo de su vida. De acuerdo con esto se supone que el nuevo conocimiento pasa a integrar estructuras de pensamiento ya elaboradas, haciendo parte de una estructura superior o modificando las ya existentes.

De acuerdo con BELLO (2004), investigaciones realizadas a finales de los 70 y comienzos de los años 80 en el área de la enseñanza de la física, evidenciaron la existencia de un conjunto

de creencias que constituyen una especie de física intuitiva, que proporciona una comprensión física del mundo.

Las ideas previas, se presentan como uno de los grandes problemas que dificultan la construcción de los conceptos científicos. De manera tal, que dichas concepciones alternativas, prevalecen en el tiempo, pese a los esfuerzos por alcanzar el cambio conceptual.

Para CHI (2005), se debe diferenciar entre las preconcepciones y las ideas alternativas. En las primeras, se destaca que la reaparición de estas, corresponde a una reorganización conceptual, mientras que la reaparición de las ideas previas está estrechamente relacionado con el cambio conceptual.

De esta manera, para alcanzar el cambio conceptual, es decir, la reparación de las ideas previas, es indispensable, que el individuo, pueda alcanzar diferentes categorías de un concepto CHI (2005). Por otra parte, asume el conocimiento como una serie de proposiciones fragmentadas, incompletas, las cuales se interrelacionan para formar modelos mentales. Dichos modelos pueden ser vistos como modelos incoherentes o coherentes pero defectuosos. Los modelos coherentes pero defectuosos, corresponden a aquellos cuya estructura está organizada alrededor de un conjunto de creencias o principios incorrectos BELLO (2004). Los modelos incompletos son aquellos en los cuales existen muchas partes faltantes y los modelos mentales defectuosos, se estructuran a partir de creencias correctas, incorrectas e ideas alternativas.

Así, el estudiante, utiliza dichas estructuras mentales, para construir explicaciones, plantear predicciones y resolver situaciones de manera consistente y sistemática.

Finalmente, la transformación de las ideas previas o preconceptos, se da, en la medida que se logre llevar al estudiante, de una categoría ontológica a otra. De esta manera es posible la

construcción del concepto. No obstante, para alcanzar el cambio conceptual, se presentan dos grandes dificultades: inicialmente, el estudiante no experimenta la necesidad de cambiar el concepto y por otra parte, la ausencia de categorías alternativas.

De lo anterior, se infiere la manera como los estudiantes se acercan al conocimiento. Estos, a través del bagaje adquirido a través de su experiencia, han elaborado estructuras teóricas que le permiten incorporar o asimilar al conocimiento previo a través de analogías y la designación de rótulos, con lo que se logra la sensación de seguridad al poder seguir aportando explicaciones simples a los fenómenos.

De esta manera, el individuo busca dar significado al nuevo concepto, a partir de sus proposiciones fragmentadas o incompletas, con las cuales busca alcanzar modelos que le permitan dar explicación a un fenómeno determinado. En consonancia con lo dicho hasta ahora, no es posible dar significado a algo mientras no tengamos acerca de ello una idea anterior. Y como el conocimiento científico no es espontáneo, podría afirmarse que siempre que se inicia el estudio de algo que despierta el interés del estudiante se parte de ideas que pueden ser erróneas o dar lugar a relaciones equivocadas, siendo necesario planear y desarrollar actividades que permitan indagar sobre dichas ideas, para así llegar a plantear actividades curriculares conducentes a la construcción de conceptos.

Por otro lado, cabe resaltar que, posiblemente, al abordar un nuevo fenómeno las explicaciones que se enuncien frente a este no existan con anterioridad dentro del espectro de explicaciones o concepciones de los estudiantes, sino que son elaboradas o enunciadas sólo por

la circunstancia experimental. Es más; aun cuando la pregunta que se enuncia o la situación que se plantea tenga que ver con vivencias cotidianas, es presumible que los interrogantes no se presenten si no se da la situación experimental; esto es, si no se plantea explícitamente la pregunta por parte del maestro.

De aquí la necesidad de elaborar secuencias de aprendizaje que permitan explicitar, por parte del estudiante, sus preconcepciones, de tal forma que, al ser confrontados con situaciones retadoras, estos pierdan su capacidad de explicación y por lo tanto el estudiante se vea en la obligación de elaborar nuevos esquemas que le permitan llegar al equilibrio. De tal manera que con cada situación retadora los conceptos vayan ganando significación, en la medida en que se trabaje con ellos, y que, al ser puestos a prueba en contextos diversos, adquieran mayor significación; pues no es el concepto aislado quien posee significación, sino los sistemas conceptuales vinculados en las teorías.

2.2.1 Didáctica de las ciencias naturales

La didáctica actual de las ciencias naturales propone que la alfabetización científica debe ser un aprendizaje de las ciencias, pero también sobre las ciencias. Desde esta perspectiva es importante acercar a los estudiantes a la "naturaleza de la ciencia" para que estos interioricen una serie de ideas acerca de qué es la ciencia, cómo se elabora, se valida, comunica y también de qué manera se relaciona con la tecnología, la sociedad, la cultura y la ética.

En este sentido Aduriz-Bravo (2005), aduce que en la enseñanza de las ciencias la mirada epistemológica aparece al inicio del curso cuando se trabaja el método científico (por demás positivista a la luz de la epistemología), de ahí en adelante no vuelve a aparecer. Por otro lado,

la epistemología aparece como parte formal del currículo en la asignatura de filosofía, pero no hay una vinculación significativa entre la epistemología y las ciencias naturales.

De esta manera, se hace necesario reestructurar la enseñanza de las ciencias partiendo de su naturaleza y para este fin Adúriz-Bravo (2005), propone tres ejes articuladores:

- El eje epistemológico apunta a determinar qué es la ciencia y cómo se elabora.
- El eje histórico intenta responder a la pregunta de cómo cambia la ciencia en el tiempo.
- El eje sociológico quiere caracterizar la cuestión de cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura.

2.2.2 Algunos elementos epistemológicos sobre el concepto de masa

En algunos textos el concepto de mecánica clásica se encuentra que es Isaac Newton quien da por primera vez una definición formal de algunos términos. Pues él, en su esfuerzo por explicar las causas del movimiento, propone una serie de definiciones que son el punto de partida para el estudio de esta.

Haciendo referencia al libro I de los Principia Matemática de Newton, Hawking (2005), establece la definición I: “la cantidad de materia es la medida de la misma, originada su densidad y volumen conjuntamente” y más adelante concluye: “a esta cantidad llamo en lo sucesivo cuerpo o masa”. Por otro lado, plantea una forma de determinar su valor: “la masa se da a conocer mediante el peso de cada cuerpo, pues la masa es proporcional al peso, como he descubierto por experimentos muy precisos con péndulos”: (Hawking, 2005).

Por otra parte, siguiendo a Hawking (2005), en la definición II: “La cantidad de movimiento es la medida del mismo obtenida de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente” y III: “La fuerza ínsita de la materia es una capacidad de resistir por la que cualquier cuerpo, por cuanto de él depende, persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo”

Newton eligió asociar la fuerza con el cambio total de la cantidad de movimiento impartido en una acción particular. Es decir, si un cuerpo tiene una masa cuyo valor es grande, notamos que una fuerza determinada imparte una aceleración pequeña; de tal manera que es más difícil acelerar tal cuerpo que uno de masa inferior. Es así como la fuerza es definida cualitativamente como una acción que imparte aceleración.

De acuerdo con lo anterior, los fenómenos físicos deben ser considerados como movimientos, gobernados por leyes fijas de puntos materiales en el espacio, tal como lo afirma Einstein (2002). Para su estudio Newton crea un sistema, el cual se fundamenta en los conceptos de espacio, tiempo, fuerza y por supuesto, el de punto material. Este sistema se complementa al poner como las únicas causas de la aceleración de las masas del sistema, a las mismas masas.

Hasta finales del siglo XIX todos los fenómenos físicos debían ser referidos a masas sujetas a las leyes del movimiento descubiertas por Newton, Einstein (2002). Se esperaba que la explicación de un fenómeno en particular correspondiera a la adaptación de la ley de la fuerza. Tanto así, que Faraday y Maxwell, al proponer sus planteamientos en electrodinámica y óptica lo hicieron a la luz de las ideas de Newton. Pero las inconsistencias que se presentaron al tratar de dar explicaciones satisfactorias a los fenómenos electromagnéticos conocidos, cuya discusión nos apartaría de los objetivos de este trabajo, condujeron, de acuerdo con Faraday y su idea de líneas de fuerza, a una nueva realidad física, la cual fue recogida en las ecuaciones planteadas por Maxwell y su noción de campo.

De esta manera se inicia el proceso de transición de la física clásica a la física del siglo XX y con esto son revaluados los fundamentos de la física newtoniana, de tal suerte que se abandona la noción de absoluta simultaneidad y, por lo tanto, la existencia de fuerzas que actúan instantáneamente a distancia.

Como se observa, en el desarrollo histórico de las ciencias el concepto de masa se ha asociado con diferentes definiciones, las cuales se inscriben en contextos históricos particulares. Por ejemplo, las concepciones derivadas de los estudios de Newton, a saber: masa como cantidad de materia, masa inercial y masa gravitacional; la cual se diferencia, de acuerdo al contexto, de la aportada por la física relativista, en la cual el propio Einstein propone la estrecha relación entre estas (inercial y gravitacional) llegando a sugerirlas como un mismo concepto. De igual forma con el desarrollo del conocimiento de diferentes disciplinas surge, como se vio, la necesidad definir otras categorías como cantidad de sustancia, relacionadas con el concepto de masa.

Así, en diferentes contextos, la masa adquiere diferentes connotaciones, lo cual induce a determinar diferentes categorías del mismo concepto. De acuerdo a sus connotaciones propiamente físicas, semánticas y cognitivas, se puede establecer una clasificación de los diferentes conceptos de masa. Dicha clasificación resulta relevante, en la medida que aporta elementos de juicio para entender las diferentes concepciones a las que los estudiantes hacen alusión al ser enfrentados con situaciones que involucran el concepto de masa.

De acuerdo con Doménech (1992), se pueden determinar las siguientes categorías para el concepto de masa:

Categoría Ontológica: “la masa corresponde a una propiedad esencial y privilegiada de la materia. La literatura posterior ha retenido la expresión cantidad de materia, bien como una definición explícita, bien como un significado implícito de la magnitud física de masa. De ahí surge una amplia tradición que considera masa y materia prácticamente como sinónimos” Doménech (1992).

Categoría Funcional: “Al margen de la dicotomía entre masa inercial y masa gravitatoria, una interpretación ampliamente extendida es la que identifica masa con inercia o pesadez... La

magnitud así definida se concibe como responsable de la posesión de determinadas propiedades o tendencias, o el ejercicio de determinadas respuestas u operaciones por los sistemas físicos a los que se atribuye.” Doménech (1992)].

Categorías Relacionales y Transposicionales: “La masa inercial se definiría como un coeficiente de proporcionalidad, característico de cada cuerpo, obtenido como relación entre las fuerzas sobre el aplicadas y las aceleraciones que experimenta. La masa gravitatoria podría definirse a partir de la ley de gravitación universal...en ellas el definendum¹ se deriva del definens² por medio de una relación matemática específica” (Doménech, 1992).

Categoría Operacional: “Se consideran las magnitudes físicas como conceptos métricos, expresables como números que derivan de mediciones directas o de cálculos... la masa gravitacional podría definirse escuetamente como lo que mide una balanza. A su vez la medida de masas inerciales podría realizarse a partir de la medida de fuerza y aceleraciones partiendo de la definición de masa como fuerza/aceleración.” (Domenech,1992).

Para los propósitos del presente trabajo se asumirán las concepciones derivadas de los postulados propuestos por Newton, ya que permite a los estudiantes realizar una construcción conceptual a partir de la exploración intuitiva de los fenómenos físicos, las cuales se resumen a continuación:

- La masa es una propiedad universal de los cuerpos: todos los objetos poseen una masa característica que sería la misma para cualquier observador.
- Se trata de una magnitud escalar que se expresa por un coeficiente positivo.

¹ Concepto. El concepto es el término o idea que se va a explicar.

² Es el desarrollo de la idea, expone en qué consiste el concepto.

- La masa se concibe como magnitud característica de los sistemas materiales por oposición a espacio y tiempo que se conciben como entidades independientes de aquéllos.
- La masa es aditiva por acumulación, al reunir varios objetos, la masa del conjunto es la suma de las masas de los objetos individuales. Esta aditividad se traduce en el principio de conservación de la masa en un sistema aislado.
- La masa de un cuerpo es independiente de su posición, movimiento o tipo de interacción al que está sometido.
- La masa inercial se concibe como medida de la inercia de los cuerpos. Es la tendencia a mantener su estado de reposo o movimiento rectilíneo y uniforme bajo la acción de cualquier tipo de fuerzas.
- La masa gravitatoria se concibe como medida de la tendencia de los cuerpos a ejercer fuerzas gravitatorias entre sí; sería la magnitud activa, responsable de un tipo específico de interacción: la gravitatoria.
- Masa inercial y masa gravitatoria se consideran como equivalentes.

2.2.4 La argumentación científica

En un intento por modificar los conocimientos previos de los estudiantes, se plantean estrategias que conduzcan a que estos cuenten con los espacios donde, en la interacción con sus pares y sus maestros, puedan defender sus ideas y de ser necesario refutar, con argumentos, las de sus interlocutores.

Durante los últimos años, la didáctica de las ciencias naturales ha venido desarrollando una línea de estudio tendiente a determinar la importancia del lenguaje en la enseñanza y el

aprendizaje de estas. Dentro de esta área de trabajo, se desprende un campo de interés general: el papel de la argumentación científica en el aprendizaje de las ciencias naturales.

De acuerdo con Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia, Adúriz (2005), la argumentación es vista desde la lingüística y la epistemología actuales, como una herramienta central de la ciencia, tomada esta como la actividad científica a menudo caracterizada por la controversia, el disenso y la necesidad de elección entre elementos teóricos en pugna.

De igual forma, dichos autores reconocen cuatro componentes:

La componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico que sirva como referencia al proceso explicativo.

La componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser ‘formalizada’ en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transdictivos.

La componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor, de cambiar el estatus que un conocimiento tiene para él

La componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido.

Por otra parte, la perspectiva de investigación del aprendizaje como argumentación, complementa los estudios y los aportes logrados por una de las líneas de mayor envergadura y tradición en educación en ciencias, la que centra sus estudios en la comprensión de las relaciones entre las llamadas ideas, conocimientos o representaciones alternativas y el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje; así mismo, es posible hallar conexiones con la línea de investigación del aprendizaje como cambio conceptual (Henoa,2008).

2.2.5 El cambio conceptual

Inmersos en la sociedad del conocimiento, nos vemos abocados a realidades que trascienden lo cotidiano y nos enfrentan a las realidades expuestas por las ciencias naturales. Es así, como desde la escuela se debe preparar a los estudiantes con un arsenal conceptual que les permita acceder al conocimiento científico.

En ese sentido es necesario producir un cambio conceptual referente a la naturaleza de ciertos conceptos científicos que permitan dar una explicación plausible y cercana a la ciencia que procure erradicar ciertas nociones previas elaboradas desde lo cotidiano.

Para A'Beckett (1984) citado por Soto (2002), el cambio conceptual requiere que el individuo experimente el conflicto conceptual entre dos concepciones para lo cual se debe tener en cuenta:

- Que ambas concepciones sean inteligibles para el estudiante. Si el estudiante no conoce una u otra significa que no puede haber conflicto.
- Es necesario que el estudiante compare las dos concepciones y establezca cuales están en conflicto. Esto requiere que el estudiante tenga como parte de su ecología conceptual algunas bases de comparación y unos compromisos epistemológicos de consistencia interna que le permita reconocer que sólo una de estas dos concepciones es plausible.
- Finalmente, el conflicto puede ser resuelto dependiendo de la capacidad del estudiante para incorporar la nueva información a su estructura conceptual.

2.3. Supuestos básicos

La aplicación de la unidad didáctica construida y aplicada, que basa en la argumentación científica, permite un cambio conceptual que contribuye a que los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué – Colombia, revisen sus ideas previas y las contrasten con los conceptos teóricos científicamente aceptados a partir de su propia

construcción, de tal manera que se apropien las diferentes categorías del concepto de masa, logrando la comprensión y aplicación del concepto en los diferentes contextos donde se requiere.

Por otra parte, en el proceso de aplicación de las diferentes actividades propuestas en la unidad didáctica, permitirán que los estudiantes asocien el concepto de masa, a la idea intuitiva de la misma: masa como propiedad esencial y privilegiada de la materia fortaleciendo la apropiación del lenguaje y simbología propia de la física.

Finalmente, los estudiantes reconocerán las diferentes categorías del concepto de masa de manera tal que sean capaces de usarlo en los diferentes contextos que la física requiere, de igual forma en otras áreas de las ciencias naturales, así como en situaciones de la vida cotidiana.

2.4. Identificación de dimensiones

Para el desarrollo de la investigación se establecieron ocho conceptos fundamentales para la construcción del concepto de masa, los cuales permitirán hacer un análisis previo para la comprensión de los presaberes que tienen los estudiantes en torno al concepto de masa teniendo en cuenta el marco teórico presentado y los resultados que se muestran en las tablas obtenidas con la aplicación del software SPSS V.21; en una segunda parte se aplica un instrumento el cual se analiza de la misma manera pero con nuevas categorías que surgen del análisis de los resultados en la parte final de la unidad didáctica dando origen a la evolución de las ideas previas de los estudiantes, dando mayor claridad y relevancia al proceso investigativo.

2.5. Codificación a priori

Dado que el desarrollo del trabajo de investigación inicia con la aplicación del instrumento denominado palabra clave, con el cual se espera indagar por las concepciones alternativas del

concepto de masa que tienen los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué, es necesario establecer las categorías y su correspondiente codificación, la cual se da, a través de una simbología apropiada al concepto de estudio.

Dicho instrumento consta de ocho términos relacionados con el concepto de masa y su uso en diferentes contextos. A través de este, se espera explorar la concepción acerca del concepto de masa, que han elaborado los estudiantes a través de su formación y experiencia cotidiana.

Tabla 1

Categorización a priori

| CONCEPTO | CATEGORÍA | CODIFICACIÓN |
|-----------|----------------------------|--------------|
| GRAVEDAD | Fenómeno Natural | FN |
| | Fuerza de Atracción | FA |
| INERCIA | Propiedad de los Cuerpos | PC |
| | Relatividad del Movimiento | RM |
| MASA | Peso de un Cuerpo | PU |
| | Sinónimo de Matéria | SM |
| ÁTOMO | Unidad Básica | UB |
| | Componente de la Materia | CM |
| PESO | Sinónimo de Masa | SM |
| | Unidad de Medida | UM |
| MOLÉCULA | Componente de la Sustancia | CS |
| | Estados de Materia | EM |
| BALANZA | Instrumento de Medida | IM |
| SUSTANCIA | Sinónimo de Materia | SA |
| | Estado de la Materia | EA |

2.6 Codificación a posteriori

El instrumento denominado palabra clave, una vez aplicado, permitió determinar que la codificación realizada inicialmente (codificación a priori), sobre las diferentes subcategorías establecidas, correspondía a lo previsto. Sin embargo, dados los resultados obtenidos, una vez

aplicado el instrumento, se vio la necesidad de incluir nuevas subcategorías que facilitaran la comprensión y el análisis de los datos obtenidos.

En la tabla 2, se muestran las categorías y sus correspondientes subcategorías, así como los respectivos códigos, luego de aplicar el instrumento denominado palabra clave:

Tabla 2

Categorización a posteriori

| CONCEPTO | CATEGORÍA | CODIFICACIÓN |
|-----------|----------------------------|--------------|
| GRAVEDAD | Fenómeno Natural | FN |
| | Fuerza de Atracción | FA |
| | Propiedad de la Tierra | PT |
| | Efectos de la Gravedad | EG |
| | Propiedad de los Cuerpos | PC |
| INERCIA | Relatividad del Movimiento | RM |
| | Relacionado al Movimiento | RO |
| | Desconocido | ID |
| MASA | Peso de un Cuerpo | PU |
| | Sinónimo de Matéria | SM |
| | Compuesto por Moléculas | CO |
| | Desconocido | MD |
| ÁTOMO | Unidad Básica | UB |
| | Componente de la Materia | CM |
| | Sinónimo de Masa | SM |
| PESO | Unidad de Medida | UM |
| | Relación con la Gravedad | RG |
| | Desconocido | PD |
| | Componente de la Sustancia | CS |
| MOLÉCULA | Estados de Materia | EM |
| | Compuesto por Átomos | CA |
| | Desconocido | MD |
| BALANZA | Instrumento de Medida | IM |
| | Forma del Equilibrio | FE |
| | Sinónimo de Materia | SA |
| SUSTANCIA | Estado de la Materia | EA |
| | Homogénea Heterogénea | HH |

2.7. Definición de términos básicos

Constructivismo epistemológico: Su planteamiento es que la 'realidad en sí misma' es imposible de conocer. No somos receptores pasivos de lo que nos comunica nuestro entorno a través de nuestros sentidos, sino que, por el contrario, 'construimos' nuestro conocimiento adaptándolo como mejor podemos a una realidad social preconocida

Dialogo Intercultural: Intercambio equitativo, así como el diálogo entre las civilizaciones, culturas y pueblos, basados en la mutua comprensión y respeto y en la igual dignidad de las culturas, son la condición *sine qua non* para la construcción de la cohesión social, de la reconciliación entre los pueblos y de la paz entre las naciones.

Educación por Competencias: El aprendizaje para toda la vida, la comprensión de contextos y situaciones que exige la toma de decisiones argumentada, las posibilidades de análisis y de crítica ante diversos enunciados se han identificado como competencias que deben ser fuertemente desarrolladas ante el cambiante estado de las tecnologías de la información y la comunicación y el vertiginoso avance de los conocimientos sobre aquellos aspectos que demanda la sociedad de los futuros profesionales, universitarios, técnicos o tecnólogos.

Eje Transversal: Son líneas teóricas que atraviesan, vinculan y conectan muchas asignaturas del currículo y, por tanto, favorecen una visión global o de conjunto. Los ejes transversales sólo podrán desarrollarse con rigor a través de planteamientos no sólo interdisciplinares, sino transdisciplinares y, para ello, habrá que introducir cambios de mentalidad, empezando por cuestionar abiertamente el carácter patrimonialista o de cortijo que muchos profesores y departamentos didácticos tienen de su materia, de la que se consideran dueños absolutos. Los

proyectos transversales están fuertemente vinculados a la innovación educativa y a un concepto participativo de la educación.

Sociedad del conocimiento: Sociedades en las que todas y todos puedan crear, utilizar, compartir y diseminar libremente la información y el conocimiento, así como acceder a éstos, con el fin de que particulares, comunidades y pueblos sean habilitados y habilitadas para mejorar su calidad de vida y llevar a la práctica su pleno potencial.

Trabajo Colaborativo: El trabajo Colaborativo supone la creación de grupos de personas que se reúnen, colaboran e interactúan de forma específica para un fin determinado (trabajo o proyecto). Estos grupos de personas generalmente cuentan con habilidades y conocimientos complementarios comprometidos con una responsabilidad en común. En consecuencia, en un equipo de trabajo existe una interdependencia de las partes, con objetivos individuales y grupales que son el fin último del desarrollo del trabajo en equipo. Esta competencia se corresponde a las habilidades de relación como comunicación, compromiso y motivación, autocontrol, relajación, negociación y gestión de conflictos.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta el marco metodológico de la investigación, teniendo en cuenta el diseño de la investigación, la muestra y el contexto y las herramientas y técnicas para la recolección de datos.

3.1. Tipo de investigación:

Esta tesis se encuentra dentro del campo de la Investigación Educativa y pretende aportar a la discusión de la didáctica de las ciencias naturales, en especial de la enseñanza de la física a través de la argumentación científica, con la cual se espera aportar al cambio conceptual que puedan tener los estudiantes sobre el concepto de masa, sustentado desde el marco teórico antes descrito.

Para tal fin se planteó una investigación no experimental, con un enfoque mixto, teniendo en cuenta que en los últimos años se ha venido en auge poder combinar lo cualitativo y lo cuantitativo, como lo sostiene Christ (2007) y los estudios exploratorios cualitativos, seguidos de estudios confirmatorios, han sido comunes y concurrentes. En esa misma línea, Dellinger y Leech (2007), analizan también, la validez de los métodos mixtos en la investigación. De esta forma, la investigación que se va a realizar permitirá una mejor comprensión de los fenómenos en estudio, especialmente, como el que se va a trabajar, que involucra el ser humano y su diversidad.

Hernández, Fernández y Baptista (2003) señalan que los diseños mixtos tienen ventajas como:

- Permiten la integración de los dos enfoques, generando una visión más amplia del objeto de estudio y aportando dos puntos de vista que dan mayor validez a los resultados encontrados.
- Agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques.
- Se ha ido posicionando en la actualidad una estrategia de investigación que permite combinar la metodología cualitativa y la cuantitativa, aún, cuando éstas en el pasado se han encontrado en posturas opuestas.

Por otra parte Todd, Nerlich y McKeown (2004), propone otras ventajas del enfoque mixto que son concordantes con el estudio que se va a realizar:

- Logra una perspectiva más precisa del fenómeno: integral, completa y holística. A partir de dos métodos -con fortalezas y debilidades propias-, que llegan a los mismos resultados, esto incrementa el grado de confiabilidad en el estudio.
- Con una perspectiva mixta, el investigador debe confrontar las "tensiones" entre distintas concepciones teóricas y al mismo tiempo, considerar la vinculación entre los conjuntos de datos producidos por diferentes métodos.
- La multiplicidad de observaciones produce datos más "ricos" y variados, ya que se consideran diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis. Se rompe con la investigación "uniforme"
- Al combinar métodos, aumentamos no sólo la posibilidad de ampliar las dimensiones de nuestro proyecto de investigación, sino que el entendimiento es mayor y más rápido.
- Los modelos mixtos logran que "exploremos y explotemos" mejor los datos

Por todo lo expuesto anteriormente se ha escogido para el desarrollo de la investigación un enfoque mixto pues permitirá ampliar la información que proporcionen los datos obtenidos, profundizar en las categorías propuestas, obtener diversidad de datos dando riqueza interpretativa al estudio y un análisis más riguroso.

Teniendo en cuenta que el enfoque es mixto, el tipo de investigación que se realizó es de corte longitudinal, ya que se buscó encontrar los cambios experimentados por los estudiantes en sus ideas previas frente al concepto de masa a través de la aplicación, en diferentes momentos, de talleres tendientes al trabajo individual y grupal, propiciando la participación activa de los estudiantes en el intercambio y discusión de ideas relacionadas con contextos que implican el uso de las diferentes categorías del concepto de masa. Así mismo, se beneficia el análisis de aspectos relevantes del proceso enseñanza aprendizaje que se dan en el aula al aplicar una unidad didáctica que pretende producir un cambio conceptual en los estudiantes a través de la argumentación científica.

Cabe anotar, que la investigación longitudinal o evolutiva, se caracteriza por la recolección de datos a través del tiempo Sampieri, F (2006), que para esta investigación, se realizó a través de cada una de las sesiones de trabajo en el aula con la aplicación de las diferentes actividades propuestas. Con esto, se buscó realizar inferencia a cerca de la evolución del concepto de masa en los estudiantes, haciendo énfasis en los determinantes de estos cambios y las consecuencias de los mismos en las ideas alternativas. Esto sustentado en la posibilidad que brindan los estudios longitudinales de tomar nota de los cambios, realizar observaciones y percibir cambios suscitados. Es decir, se ajusta especialmente al trabajo planeado y a la naturaleza del mismo, en

la medida que se desea verificar la evolución en las ideas previas de los estudiantes en los diferentes momentos determinados.

De una manera particular, la investigación se enmarcó en el diseño investigativo longitudinal, pues a pesar que, parte del trabajo de los estudiantes se desarrolla de manera individual, es a través de la discusión argumentativa con sus pares, que se espera que se facilite el cambio conceptual.

3.2 Método y diseño de la investigación

La investigación se va a desarrollar directamente en la realidad del aula, lo que permitirá reconocer las verdaderas circunstancias en que se han obtenido los datos, lo cual permitirá su revisión o transformación si así se considera necesario.

De acuerdo con esto, se plantea una investigación No Experimental, con la cual se espera observar la respuesta de los estudiantes en las diferentes actividades propuestas y posteriormente analizar las mismas. De igual forma, se enmarca dentro del diseño no experimental longitudinal de tendencia Sampieri, F (2006), ya que se busca, a partir de la información aportada por los estudiantes determinar categorías de análisis.

Por otra parte, se plantea, como fases esenciales de la investigación:

- La observación, con la cual el investigador una vez inmerso en el contexto, se familiariza con la situación de estudio, a través de la recolección de datos acerca del problema de interés y las necesidades presentes. De esta manera se generan la categoría y las hipótesis, para finalmente llevar a cabo el planteamiento del problema.
- En un segundo momento, desarrolla el plan de trabajo, planteando los objetivos, las

estrategias, acciones, recursos y la administración del tiempo.

- Finalmente, implementa el plan y lo evalúa. Esto lo consigue en la medida que se realiza la recolección de datos para la valoración de su implementación y posterior retroalimentación.
- En el transcurso de la investigación, se guardará reserva sobre las personas que participen en ella para no afectar el manejo de la información; es decir, se tendrá confidencialidad y manejo ético con respecto al proceso y a los resultados.

3.3. Población y punto de saturación

El presente trabajo de investigación está enfocado en estudiantes de educación media (10 y 11°), en el área de ciencias naturales – física, de la comuna once en la ciudad de Ibagué, la Institución Educativa está ubicada en el barrio Las Brisas de la ciudad de Ibagué, sector urbano cuya comunidad educativa corresponde a los estratos socioeconómicos 1 y 2. Se toma a esta población ya que ellos comparten similares niveles de desarrollo cognitivo y una actitud generalizada frente al aprendizaje de la física, así como las mismas necesidades de carácter socioeconómicas.

Tabla 3

Población

| CURSO | No. De Estudiantes |
|--------|--------------------|
| 10- A | 30 |
| 10 – B | 30 |
| 11- A | 10 |
| 11- B | 17 |
| Total | 95 |

Fuente: SIMAT (Sistema Integrado de Matrícula)

Por otro lado, la muestra se conformó teniendo en cuenta específicamente los estudiantes de grado décimo ya que estos inician el estudio formal de la física, particularmente la Mecánica Newtoniana, para este fin se utilizó la fórmula estadística que se presenta a continuación:

Tabla 4

Cálculo del tamaño de la muestra proporcional a la población³

| POBLACIÓN FINITA | | | | | |
|---|-----|-------|---|----|----|
| $n = \frac{Nz^2\bar{p}(1 - \bar{p})}{(N - 1)d^2 + z^2\bar{p}(1 - \bar{p})}$ | | | | | |
| Tamaño de población | N= | 95 | Solo cambiar el valor de N | | |
| Error de estimación | d= | 0,1 | Cambiar si se conoce el Error de Estimación | | |
| Proporción estimado | P | 17% | Cambiar si se conoce la proporción | | |
| Nivel de confianza | 90% | 1,645 | Tamaño de muestra | n= | 27 |
| Nivel de confianza | 95% | 1,96 | Tamaño de muestra | n= | 35 |
| Nivel de confianza | 99% | 2,575 | Tamaño de muestra | n= | 47 |

Elaboración: propia.

De esta manera la muestra quedo conformada por 27 estudiantes del grado décimo en de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña, dado que, de acuerdo a la tabla anterior, esta muestra brinda un nivel de confianza del 90%.

³Cuando no se da estimación alguna de **p**, el cálculo de la muestra se hace tomando a **p=50%**
 Cuando no se da estimación del error de estimación **d**, el cálculo de la muestra se recomienda tomando a **d=0.05**

Así, la muestra fue seleccionada de los estudiantes de educación media de la institución educativa Antonio Reyes Umaña, correspondientes a los grados 10° y 11°, la cual tiene un total de 95 estudiantes de una población global en secundaria, básica secundaria y media, de 540 estudiantes.

La misma se conformó aleatoria, integrada por 12 jóvenes y 15 niñas, cuyo promedio de edad oscila entre los 15 y 17 años. De estos, su gran mayoría han sido alumnos en cursos de matemáticas de quien realiza la investigación, con lo que se tiene un conocimiento previo de los mismos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entendiendo la técnica para la recolección de información como el proceso que se aplica para obtener la información de una investigación determinada, para el presente trabajo, como se mencionó con anterioridad, se desarrolla a través del diseño de la investigación-acción.

Desde esta perspectiva, una de las técnicas utilizadas en este diseño es el cuestionario, destinado a la recolección de la información requerida por los objetivos de investigación (Briones,1995). De este se utilizarán las dos formas más comunes de elaboración: el de pregunta abierta y el de pregunta cerrada.

De esta forma, se implementan las herramientas con las cuales, se lleva a cabo la recolección y análisis de datos que permitan determinar, de una manera clara las respuestas planteadas a las preguntas de investigación.

3.4.1. Descripción de instrumentos

El Cuestionario: Es una técnica de investigación, la cual consiste en una serie de preguntas relacionadas con las variables de investigación. De esta se exalta la oportunidad que brinda en la

recolección de información de grupos numerosos, bien sea sobre temas específicos o sobre información propia del individuo (Briones 1995, 64).

Por otra parte, posibilita que los individuos evaluados, aporten información poco veraz o inexacta, dada la interpretación que se dé una vez leído el encabezado, con lo cual se puede dificultar la tarea de tabulación.

El Cuestionario de Pregunta Abierta: esta variante de cuestionario se caracteriza por que el evaluado no ve restringida su posibilidad de respuesta, de hecho, son indicadas cuando queremos indagar la concepción personal frente a un tema específico, pues el participante es libre de redactar, sin límites de redacción ni profundidad. Sin embargo, dicha libertad, dificulta la tarea de tabulación, resumen, interpretación y análisis.

El Cuestionario de Pregunta Cerrada: Se presenta como la contraparte del cuestionario de pregunta abierta. En este, se requiere de respuestas cortas, específicas o seleccionadas de alternativas propuestas, con lo cual se anticipa a las posibles respuestas que puede ofrecer el participante. Dentro de estas se pueden establecer aquellas en las cuales se ofrecen dos posibilidades de respuesta Si o No, o, aquellas en las cuales el sujeto selecciona de un listado, que en su mayoría no supera las cinco opciones de respuesta.

Dentro de las ventajas que se resaltan, se destaca el hecho exigir un menor esfuerzo por parte del participante, así como la facilidad que otorga el limitar las respuestas al ser predefinida, con lo que se garantiza que las respuestas del individuo se ajustan al tema en cuestión, facilitando la clasificación y el análisis

Instrumentos Aplicados

En el desarrollo de la investigación se utilizó el cuestionario de pregunta abierta denominado: “Palabra clave”, el cual consiste en ocho términos relacionados con el concepto de masan gravedad, inercia, masa, átomo, peso, molécula, balanza, sustancia.

Se presentó a cada uno de los participantes para que exprese libremente su definición de cada uno de los términos. Con esto se busca caracterizar las ideas que poseen los estudiantes sobre el concepto de masa. Para esto contaron con un tiempo de 15 minutos (Anexo A).

Con la aplicación de este instrumento, se espera obtener algunos datos que permitirán observar diversas formas alternativas, no necesariamente en el contexto de la física, con la cual los estudiantes abordarán diferentes situaciones cotidianas.

El segundo instrumento consiste en un cuestionario de preguntas cerradas, denominado Cuestionario de indagación (Anexo B), el cual se aplica antes de aplicar la unidad didáctica y posterior a esta. Dicha prueba, indaga sobre el manejo que hacen los estudiantes de las diferentes categorías del concepto de masa, pues cada uno de sus ítems apunta a la exploración de la forma en que los estudiantes abordan y aplican el concepto de masa en diferentes contextos.

Con la aplicación de este instrumento, se espera obtener un espectro amplio sobre los preconceptos que poseen los estudiantes sobre el concepto de masa y cómo estos los utilizan para enfrentar situaciones que exigen su uso.

Finalmente, se aplicó un formato de guía, en tres momentos diferentes. En él se encuentran preguntas que inducen al estudiante a hacer predicciones referentes a situaciones que involucran el concepto de masa. Es posible que los estudiantes, por un lado, intuyan la independencia de la caída de los cuerpos de la masa, y, por otro lado, de acuerdo a las ideas de Newton, relacionen la causa de la caída de los cuerpos cerca de la superficie terrestre con el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y de la Tierra alrededor del Sol.

Estos momentos correspondieron a una forma de trabajo diferente. En un primer momento, se aplicó la guía denominada: predicciones individuales, en la cual el estudiante realiza las predicciones de acuerdo con sus concepciones. Posteriormente, se reunieron en grupos para responder a las mismas preguntas de manera consensuada, quedando registra la información en la guía denominada predicciones de grupo. Finalmente, continuando en los mismos equipos de trabajo, se realizó la actividad práctica y se responde, nuevamente, a las mismas preguntas en el instrumento denominado resultados.

En cada una de las guías se plantearon situaciones que ponen a prueba las preconcepciones o ideas alternativas de los estudiantes sobre el tema, al tratar de predecir qué puede ocurrir, y posteriormente, al tratar de corroborar lo predicho por medio de la realización práctica de la situación planteada.

3.4.2. Validación de instrumentos

Las preguntas del cuestionario inicial, pretest y postes, fueron tomadas y adaptadas del “Force Concept Inventory” (FCI), que es un test compuesto por una serie de preguntas de selección múltiple diseñado como herramienta de evaluación de los conceptos de Mecánica y de la eficiencia en los procesos didácticos. Permitiendo obtener el grado de comprensión que poseen los estudiantes acerca de los conceptos básicos de la mecánica newtoniana.

En la elaboración de las guías de trabajo se utilizó el modelo de Aprendizaje Activo propuesto en la asignatura Taller de Aula Experimental, de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, el cual promueve la participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento a través de preguntas guiadas referentes al tema, y a la realización de predicciones individuales y posteriormente grupales, sobre situaciones hipotéticas o demostraciones experimentales, para, posteriormente, finalizar con el desarrollo de

una guía de trabajo que recopila los resultados obtenidos y el análisis realizado por los integrantes del grupo.

El instrumento denominado Palabra Clave es una técnica utilizada en el Museo de la Ciencia y el Juego (MCJ) de la Universidad Nacional de Colombia, utilizada para indicar sobre imaginarios sociales ligados a cierto tema o tópico. La misma fue utilizada en el desarrollo de la tesis de maestría por el autor de esta tesis doctoral, dirigida por el profesor Francisco Julián Betancourt Mellizo Director del MCJ.

Con el fin de aportar mayor validez a los instrumentos utilizados, se realizó el juicio de dos expertos, el cual otorga relevancia a los mismos: “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en este, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Escobar y Cuervo, 2008), De esta manera se contó con la participación de docentes expertos en educación, de universidades colombianas de alto reconocimiento, para la revisión y evaluación de los instrumentos utilizados.

Con el concurso de estos profesionales en educación, fue posible depurar aspectos que resultaban poco relevantes al estudio, así como la eliminación de algunas preguntas del pretest y postest, que no aportaban al logro de los objetivos de la investigación, logrando con esto dar pertinencia y relevancia a los instrumentos.

Con el objetivo de facilitar la validación por parte de las expertas se elaboró un instrumento (anexo) con el cual se constató un intervalo entre 70 y 90 puntos, el cual posiciona los instrumentos en una valoración de muy bueno y excelente, con lo cual se determina su uso, en opinión de los expertos.

3.4.3 Confiabilidad

Bajo la premisa que, la confiabilidad de un instrumento aporta la certeza de obtener resultados consistentes y coherentes, una vez aplicado (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Lucio Baptista, 2006), se determinó la misma a través del uso del software de análisis estadístico SPSS V.21, el cual fue creado específicamente para evaluar las investigaciones en educación. El mismo es usado en ciencias exactas, ciencias sociales y mercadeo. Se resalta del mismo, el hecho de permitir el trabajo con grandes volúmenes de datos, la codificación y recodificación de registros. Así como la organización, análisis y presentación de datos de manera clara y sencilla.

Para determinar la confiabilidad instrumento: Cuestionario de Indagación, se aplicó la misma prueba dos veces, antes de aplicar la unidad didáctica y posterior a la aplicación de esta, luego se comprobó el supuesto de normalidad, para determinar que prueba se podría aplicar: t – student si cumple el supuesto de normalidad y Wilcoxon si no lo cumple.

3.5. Análisis de datos

Por la naturaleza del estudio, es necesario aplicar, por un lado, análisis de datos estadísticos y, por otro lado, un esquema en el cual permita convertir los datos no estructurados en datos estructurados.

Por lo antes expuesto, para el análisis correspondiente a los resultados obtenidos una vez aplicado el instrumento correspondiente al Cuestionario de Indagación se utilizó el software de análisis estadístico SPSS V.21.

En cuanto al análisis de los instrumentos de pregunta abierta, se hizo uso de herramientas analíticas, las cuales resultan muy útiles para sensibilizarnos con respecto a las propiedades pertinentes y a las dimensiones de una categoría (Strauss y Corbin, 2002).

En Particular se puede decir que el trabajo se desarrolló a través de la Codificación Abierta. Con esta se busca descubrir, nombrar y desarrollar los conceptos. Para esto, se inicia con la

denominación de conceptos, seguidamente se definen las categorías y finalmente, se construyen las mismas en término de sus propiedades y dimensiones (Strauss y Corbin, 2002).

De esta manera, se generan categorías con sus respectivas propiedades, para luego determinar cómo varían en su rango dimensional, logrando pasar de datos no estructurados, recogidos en los instrumentos, a una forma estructurada (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Lucio Baptista, 2006).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Descripción de resultados

4.1.1 Resultados para el objetivo uno

De acuerdo con lo propuesto en el objetivo uno, se aplicó el instrumento denominado Palabra Clave, con el cual se pretende caracterizar las ideas previas de los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué, en torno al concepto de masa. Se valoraron nueve conceptos, estrechamente relacionados al concepto de masa y se determinaron diferentes categorías en cada uno de ellos extraídas de la definición aportada por cada uno de los estudiantes: gravedad (fenómeno natural, fuerza de atracción, propiedad de la Tierra, efectos de la gravedad), inercia (relacionado al movimiento, propiedad de los cuerpos, relatividad del movimiento, desconocido), masa (peso de un cuerpo, compuesto por moléculas, materia, desconocido), átomo (elemento básico, componente), peso (como masa, unidad de medida, relacionado con la gravedad, desconocido), molécula (componente de la sustancia, estado de la materia, átomo, desconocido), balanza (instrumento de medida, forma), sustancia (clasificación,

estado, sinónimo, desconocido). En la tabla 3 se puede observar la síntesis de los conceptos y sus correspondientes categorías de análisis, así como la codificación de los mismos.

Las tablas que a continuación se presentan, muestran los resultados obtenidos para el primer objetivo, los cuales se determinaron a partir de la aplicación del programa informático SPSS (versión 21), utilizado para el tratamiento de datos cuantitativos.

El primer concepto objeto de estudio es el correspondiente a la Gravedad, la cual hace referencia a la fuerza ejercida por la masa de los cuerpos sobre otros cuerpos en su vecindad. Sobre este se pudieron establecer cuatro categorías para el análisis, como lo muestra la tabla 4.

Tabla 5

Categorías de análisis del concepto de Gravedad

| | N° | % |
|------------------------|----|-------|
| Fenómeno natural | 6 | 22,2 |
| Fuerza de atracción | 14 | 51,9 |
| Propiedad de la tierra | 4 | 14,8 |
| Efectos de la gravedad | 3 | 11,1 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

Como se puede observar, se tiene que el 22,2%, esto es 6 estudiantes, consideraron que la gravedad es un fenómeno natural. Por otro lado, la definición más próxima a la aceptada tiene un 51,9%, en contraposición a la simple descripción de la gravedad como una propiedad de la Tierra, en la cual 4 estudiantes, el 14,8 % lo afirman. Finalmente, el 11.1% de los estudiantes define la gravedad a partir de sus efectos sobre los cuerpos.

El segundo concepto corresponde a la inercia, entendida esta como la tendencia que tienen todos los cuerpos a permanecer en estado de reposo o de movimiento con velocidad constante, de acuerdo con la primera ley de Newton, o relacionada con la “pesadez” como se define en la categoría funcional de masa (Doménech, 1992).

Tabla 6

Inercia

| | N° | % |
|----------------------------|----|-------|
| Relacionado al movimiento | 5 | 18,5 |
| Propiedad de los cuerpos | 3 | 11,1 |
| Relatividad del movimiento | 7 | 25,9 |
| Desconocido | 12 | 44,4 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

En la tabla anterior, se visualiza la dificultad o muy probablemente el desconocimiento que tienen los estudiantes frente al concepto de inercia. En ella, el 44,4% de los estudiantes dejan el espacio de respuesta en blanco. El 25,9% lo definen como dependiente del movimiento de los cuerpos. Por otra parte, solo el 18,5 % se acerca a la definición aceptada del mismo y finalmente, un reducido grupo, el 11,1% expresan lo que podría ser una idea intuitiva de la inercia.

Dentro de la indagación sobre los preconceptos acerca del concepto de masa, se plantea el mismo término, con el fin de explorar las ideas relacionadas al mismo. Dentro del estudio, se concibe la masa dependiendo del contexto donde se utilice, empleando diferentes categorías, de acuerdo con (Domenech,1992), que dan cuenta de la manera como se emplea.

Tabla 7

Masa

| | N° | % |
|-------------------------|----|-------|
| Peso de un cuerpo | 7 | 25,9 |
| Compuesto por moléculas | 3 | 11,1 |
| Materia | 14 | 51,9 |
| Sin responder | 3 | 11,1 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

Frente al concepto de masa, la mayoría de los estudiantes, el 51,9% lo definieron de acuerdo a la concepción más generalizada desde la escuela, la masa como cantidad de materia. Por otro

lado, el 25,9% definieron la masa como el peso de un cuerpo, lo cual correspondería a la idea intuitiva de peso. El 11,1 de los estudiantes, probablemente, buscado una definición más precisa, lo hace en términos de partículas más elementales, las moléculas. De igual forma, el 11,1%, podría decirse, no se compromete con una definición, pues el término es de tan amplio uso que por lo menos se esperaría una idea intuitiva.

Uno de los conceptos que aportan una visión diferente a la que común mente se construye del concepto de masa es el átomo. Entendido este como la partícula más pequeña, después del electrón, que conforma la masa. De ahí su analogía con el concepto de materia. De esta manera, se dió una perspectiva diferente al concepto físico de masa y se incursiona en el campo de la química, explorando la concepción ontológica del concepto de masa.

Tabla 8

Átomo

| | Nº | % |
|-----------------|----|-------|
| Elemento básico | 21 | 77,8 |
| Componente | 6 | 22,2 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

De los resultados arrojados al explorar el concepto de átomo, emerge la concepción propia de los libros de texto, el átomo como la unidad de indivisible de la materia, concepción acuñada por Leucipo y Demócrito. Esta se presenta con un 72%, frente al 22,8 % de la concepción de átomo como un componente de la materia que puede ser divisible en otras partículas.

Correspondiente a las categorías relacionales y transposicionales, en la cual se define a través de Ley de Gravitación Universal, particularmente de su ecuación, el concepto de peso permite explorar, las relaciones operacionales entre los conceptos que lo componen: aceleración de la gravedad y masa.

Tabla 9

Peso

| | N° | % |
|--------------------------|----|-------|
| No se define | 3 | 11,1 |
| Como masa | 10 | 37,0 |
| Unidad de medida | 8 | 29,6 |
| Relación con la gravedad | 6 | 22,2 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

Dentro de los resultados hallados, el mayor porcentaje 37,0%, corresponde al peso como sinónimo de masa, lo cual corresponde a la forma intuitiva del concepto, donde peso y masa se encuentran en una relación directa. Seguido de este valor, con un 29,6%, se encuentra la forma cotidiana del uso del concepto, el peso como unidad de medida. Concepción que corresponde a la categoría operacional del concepto de masa. No muy alejado de este, se encuentra la definición de peso a partir de su relación con la gravedad, en la cual el 22,2% de los estudiantes, muestran una construcción del concepto, probablemente, un poco más elaborada. Finalmente, el 11% hace presuponer, la poca claridad o la confusión que se puede tener en el manejo del concepto.

Se incluye el concepto de molécula, el cual es objeto de estudio obligatorio e indispensable en la construcción de los conceptos químicos, con el fin de aportar en el discernimiento del nivel de profundidad con el que los estudiantes abordan la categoría ontológica del concepto de masa:

Tabla 10

Molécula

| | N° | % |
|----------------------------|----|------|
| No se define | 3 | 11,1 |
| Componente de la Sustancia | 6 | 22,2 |
| Estados de materia | 2 | 7,4 |
| Átomo | 16 | 59,3 |

| | | |
|----------------------|----|-------|
| Total | 27 | 100,0 |
| Elaboración: propia. | | |

En la tabla 10, muestra como los estudiantes asocian el concepto de molécula con el concepto de átomo. En la misma se tienen que el 59% de los estudiantes, define el concepto en términos de sus partículas elementales. De igual forma, el 22,2% la define como parte o componente de una sustancia. El 7,4 % la define como un estado de la materia, esto puede estar estrechamente relacionado con los ejemplos que aporta el profesor para explicar los cambios físicos de la materia. En la misma tabla, el 11,1% no se compromete con una definición, un valor que se encuentra repetido en los resultados anteriores.

Dentro de la lógica operacional del concepto de masa, se planteó el concepto de balanza. Con él se quiso indagar por la concepción de los estudiantes frente al concepto de masa y los instrumentos de medida de magnitudes, como el peso, estrechamente relacionadas al mismo

Tabla 11

Balanza.

| | N° | % |
|-----------------------|----|-------|
| Instrumento de Medida | 21 | 77,8 |
| Forma | 6 | 22,2 |
| Total | 27 | 100,0 |

Elaboración: propia.

Dentro de los resultados, el 77,8% de los estudiantes lo definen como instrumento de medida. Resultado que muestra una lógica esperada. El 22,2% lo describe a partir de la forma específica del instrumento, particularmente, con una balanza de brazos, la cual tradicionalmente se construye con los niños en la escuela.

El concepto de sustancia, al igual que el de átomo y molécula, indagan por la concepción ontológica del concepto de masa, toda vez que hacen parte de las definiciones básicas en el estudio de la biología y muy en especial de la química.

Tabla 12

Sustancia

| | N° | % |
|---------------|----|-------|
| No se define | 4 | 14,8 |
| Clasificación | 3 | 11,1 |
| Sinónimo | 8 | 29,6 |
| Estado | 12 | 44,4 |
| Total | 27 | 100,0 |

Dentro de los resultados obtenidos, el 44,4% de los estudiantes lo definen en términos de los estados de la materia, el 29,6% lo asimilan como sinónimo de materia, el 14,8% no lo conectan a ninguna definición y el 11,1% lo asocian al concepto aceptado, en el cual las sustancias pueden ser puras o mezclas.

4.1.2. Análisis del impacto de la unidad didáctica en estudiantes

Para determinar el impacto de la unidad didáctica aplicada a los estudiantes del grado décimo de la institución educativa Antonio Reyes Umaña, Se aplicó un test de 7 preguntas en el cual se indaga por el manejo que los estudiantes hacen del concepto de masa, particularmente, la evolución que experimentan sus concepciones alternativas, una vez aplicado la unidad didáctica.

Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 12, en la misma se observa las frecuencias correspondientes al nivel de acierto de los estudiantes en cada una de las preguntas, las mismas indagan sobre el reconocimiento y la contextualización que el estudiante hace sobre el concepto de masa, particularizado en alguna de sus categorías.

La pregunta 1, indaga sobre la categoría funcional, en ella se estableció una relación muy estrecha con la aceleración de la gravedad y particularmente, con el concepto de peso.

En la pregunta 2, 5 y 7, el problema presenta un grado de dificultad mayor, en la medida que, para su comprensión se debe separar el mismo, en dos problemas, uno sobre el movimiento vertical y el otro sobre el movimiento horizontal.

En la pregunta 3 y 6, se acentúa la observación sobre la categoría funcional, toda vez que se plantea el movimiento debido a la fuerza de gravedad terrestre, tanto en el movimiento vertical hacia abajo como hacia arriba.

La pregunta 4, indaga sobre la categoría relacional del concepto de masa. En este caso, se aplica sobre el concepto de masa inercial. Se propone la idea intuitiva de la relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y la velocidad que adquiere, concluyendo en la relación proporcional entre estos y la masa.

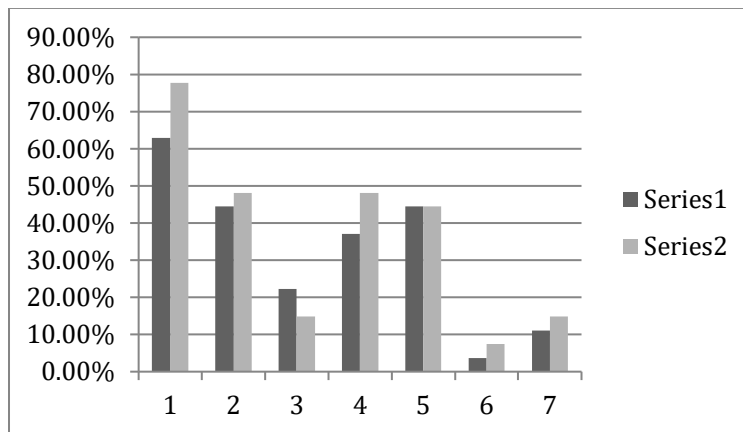


Figura 1. Aplicación de la unidad didáctica; Elaboración: propia.

De acuerdo con la gráfica de frecuencias relativas en porcentaje, una vez aplicada la unidad didáctica, se percibe un cambio positivo con relación al manejo que los estudiantes hacen a cerca del concepto de masa. El mismo se sustenta a través del análisis de una prueba para muestras relacionadas.

Para realizar una prueba para muestras relacionadas, se debe comprobar el supuesto de normalidad, para determinar que prueba se puede aplicar (*t* – student si cumple el supuesto de normalidad y Wilcoxon si no lo cumple).

Tabla 13

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | Gl | Sig. |
| Pretest | 0,218 | 27 | 0,002 | 0,932 | 27 | 0,077 |
| Postest | 0,165 | 27 | 0,058 | 0,944 | 27 | 0,153 |

En la Tabla 13 de la prueba de normalidad, se tiene como la muestra es menor 30 individuos entonces se toma la prueba de Shapiro – Wilk, y como los valores de sig. son mayores de 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal. Siendo así, se realiza la Prueba *t* de muestras emparejadas.

Tabla 14

Prueba t de muestras emparejadas para el concepto de masa

| Correlaciones de muestras emparejadas | | | |
|---------------------------------------|-------------------|----|------|
| | | N | Sig. |
| Par 1 | Postest & Pretest | 27 | ,000 |

En la tabla de las correlaciones de muestras emparejadas, muestra un grado de correlación alta del 82,8% entre la prueba pre y post.

Tabla 15

Pruebas de muestras emparejadas

| Diferencias emparejadas | | | | T | gl | Sig. (bilateral) |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---|---|----|---------------------|
| Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|----|------|
| Par 1 | Postest – Pretest | 1,074 | ,781 | ,150 | ,765 | 1,383 | 7,148 | 26 | ,000 |
|----------|-------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|----|------|

En la Tabla 14 de la prueba t de muestras emparejadas, se tiene que como el Sig.(bilateral) es menor de 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula de que el conocimiento de los estudiantes en la comprensión y el manejo del concepto de masa no difiere en la medida de antes con el después, es decir, fue efectiva la unidad didáctica en el conocimiento de los estudiantes en la comprensión y manejo del concepto de masa.

4.1.3. Análisis de la argumentación de los estudiantes frente a situaciones que retan sus ideas alternativas

Con el fin de fortalecer la competencia argumentativa de los estudiantes, de manera que esta contribuya a la apropiación del lenguaje científico, al desarrollo de ideas claras, coherentes y ajustadas al manejo del concepto de masa con sus diferentes categorías, se elaboró la unidad didáctica tomando como eje central la argumentación científica. Consecuente con esta visión, se desarrollaron tres guías de trabajo, las cuales son iguales en su contenido, pero se diferencian en la manera en que son abordadas.

Se componen de nueve preguntas abiertas, en las cuales se indaga por los elementos que componen la argumentación de cada uno de los estudiantes en torno al concepto de masa. En la segunda guía, se establecieron equipos de trabajo en donde se retoman las mismas preguntas, pero se promueve la exposición de los argumentos de cada uno de sus integrantes frente a cada una de las situaciones propuesta, hasta llegar a una posición consensuada por el grupo.

Finalmente, se realizaron las actividades experimentales, con el fin de poner a prueba los argumentos expuestos en la actividad anterior.

Una vez aplicadas cada una de las guías, se procedió a caracterizar las respuestas de los estudiantes con el fin de observar la relevancia que se da a cada una de las categorías de masa de

acuerdo con el contexto. Las mismas se ven sintetizadas en tres tablas (Tabla 16, Tabla,17 y Tabla 18).

Tabla 16
Predicciones individuales

| N° | | | N° | % |
|----|---|---------------------------|----|-------|
| I1 | ¿De qué depende la caída de los cuerpos? | Masa | 3 | 11,1 |
| | | Gravedad | 18 | 66,7 |
| | | Fuerza de gravedad | 1 | 3,7 |
| | | Peso | 5 | 18,5 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I2 | ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo, papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué? | Al tiempo | 8 | 29,6 |
| | | Al mismo tiempo | 11 | 40,7 |
| | | La más pesada | 7 | 25,9 |
| | | Altura de salida | 1 | 3,7 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I3 | El cuerpo gira alrededor de la mano.? ¿Por qué? | A una fuerza | 4 | 14,8 |
| | | Acción de la cuerda | 8 | 29,6 |
| | | No responde | 15 | 55,6 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I4 | ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? | Gravedad de la tierra | 12 | 44,4 |
| | | Por la rotación | 4 | 14,8 |
| | | Atmósfera | 2 | 7,4 |
| | | Diversas causas | 9 | 33,3 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I5 | ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol? | Fuerza de atracción | 7 | 25,9 |
| | | Fuerza de la gravedad | 7 | 25,9 |
| | | Eje de rotación | 8 | 29,6 |
| | | No responde | 5 | 18,5 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I6 | ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra? | Tamaño | 12 | 44,4 |
| | | Fuerza de atracción mayor | 8 | 29,6 |
| | | Espacio en blanco | 7 | 25,9 |
| | | Total | 27 | 100,0 |
| I7 | ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de | Fuerza de la gravedad | 16 | 59,3 |
| | | Negación | 3 | 11,1 |
| | | No responde | 8 | 29,6 |
| | | Total | 27 | 100,0 |

| | | | | |
|----|--|-----------------------|----|-------|
| | la Tierra? ¿Podría ser la misma? | | | |
| I8 | ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala. | Imán | 6 | 22,2 |
| | | Fuerza de la gravedad | 7 | 25,9 |
| | | No responde | 14 | 51,9 |
| | | Total | 27 | 100,0 |

Cómo se puede apreciar de la tabla, en la pregunta I1, los estudiantes de manera individual centraron sus argumentos en conceptos relacionados con la caída de los cuerpos. Específicamente lo atribuyen a la gravedad, el 66,7%. Tan solo el 3,7% precisa el término como fuerza de la gravedad. En contra posición, 18,5 lo asocia al peso y el 11,1 a la masa, con lo cual se puede atribuir a la tercera parte de los estudiantes un concepto erróneo sobre la causa de la caída de los cuerpos.

El resultado anterior se ve reforzado en la pregunta siguiente, I2. En ella, se afirma que la más pesada, 25,9 cae más rápidamente, acompañada de un 3,7 que lo atribuye a la altura de salida. Pero, alrededor del 70% afirma que la caída es simultánea.

Explorando la concepción de masa como una propiedad intrínseca de los cuerpos materiales (categoría ontológica), se exploró por las razones para que un cuerpo gire. De la pregunta I3, se puede afirmar que aproximadamente la mitad de los estudiantes (44,4%) lo atribuyen a una fuerza, pero, un poco más de la mitad, el 55,6%, se abstienen de comprometer su respuesta.

Como continuación de la pregunta anterior, en la pregunta I4, el 44,4% de los estudiantes, construyeron la analogía y atribuyeron el movimiento a la fuerza gravitacional, frente a una distribución del restante 66,6% que lo atribuyó a diversas razones.

En las preguntas I5 e I6, se profundizó sobre las causas por las cuales un cuerpo gira alrededor de otro. En la pregunta I5 se mantiene el concepto de fuerza y se da más claridad al referirse a la fuerza de gravedad. Pero en la pregunta I6, sorprende la aparición del tamaño como argumento (44,4%) para explicar la rotación. Además del 25,9% que no compromete su respuesta.

En las preguntas I7 e I8, se induce a sacar conclusiones, a través de la analogía y de la comparación entre diferentes fenómenos. Los resultados obtenidos, muestran cómo se argumenta a través de una definición estructurada. En ellas, 59,3 y el 48,1 respectivamente, lo asocian a la fuerza de gravedad, como definición. Mientras que los demás, el 40,7% y el 51,9% hacen prever un replanteamiento en sus argumentos.

Tabla 17

Predicciones de grupo

| N° | | | N° | % |
|----|---|-----------------------|----|-------|
| G1 | ¿De qué depende la caída de los cuerpos? | Fuerza de gravedad | 6 | 85,7 |
| | | Peso | 1 | 14,3 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G2 | ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo, papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué? | Al tiempo | 1 | 14,3 |
| | | Al mismo tiempo | 4 | 57,1 |
| | | La más pesada | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G3 | El cuerpo gira alrededor de la mano.? ¿Por qué? | A una fuerza | 3 | 42,9 |
| | | No responde | 4 | 57,1 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G4 | ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? | Gravedad de la tierra | 5 | 71,4 |
| | | Por la rotación | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G5 | ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol? | Fuerza de la gravedad | 4 | 57,1 |
| | | Eje de rotación | 3 | 42,9 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G6 | | Tamaño | 4 | 57,1 |

| | | | | |
|----|---|---------------------------|---|-------|
| | ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra? | Fuerza de atracción mayor | 3 | 42,9 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| G7 | ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de la Tierra? | Fuerza de la gravedad | 5 | 71,4 |
| | | Negación | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| | ¿Podría ser la misma? | | | |
| G8 | ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala. | Fuerza de la gravedad | 2 | 28,6 |
| | | No responde | 5 | 71,4 |
| | | Total | 7 | 100,0 |

Elaboración: propia.

En lo referente a las predicciones grupales, la tabla 17 permitió observar, como a través de las discusiones suscitadas al interior de los equipos de trabajo, los estudiantes sintetizaron sus predicciones y se ve reflejado en un menor número de categorías en la pregunta. De esta manera, para la pregunta G1, el 85,7% da una explicación acorde a las razones aceptadas desde la física y un 14% se remite a una comparación con el peso.

Como en la tabla anterior, los estudiantes coincidieron en argumentar a favor de la simultaneidad en la caída de los cuerpos. En la pregunta G2, el 71,4% de los grupos, coincidió en afirmar que los cuerpos caen simultáneamente, frente a los argumentos del 28,6% que relaciona la caída con el peso de los cuerpos.

Frente a la pregunta G3, se mantiene la tendencia sobre la cual los estudiantes no comprometieron explicación alguna del fenómeno de rotación de los cuerpos. El 57,1% de los equipos dejó en blanco el espacio para responder, con lo cual se mantiene la postura del ejercicio anterior. El 42,9% atribuyó el movimiento a una fuerza, con lo cual podría cuestionarse la fuerza de los argumentos frente a cada posición.

Comparando los resultados con la pregunta anterior, se observa poca relación entre unos y otros, pues de acuerdo con la tabla, en la pregunta G4, los grupos argumentaron de manera positiva en cuanto a las razones del movimiento de la luna como dependiente de la gravedad.

terrestre. Así, el 71,4% lo da por sentado, frente al 28,6% que argumentó positivamente a la rotación como posible causa.

En las preguntas G5 y G6, se mantuvo la misma distribución en la argumentación, muy probablemente por la complejidad de los problemas planteados. En la pregunta G5, se observó una causalidad coherente al fenómeno, el 57,1% argumentó con base en la fuerza gravitacional, contrario al 42,9% que argumentó teniendo en cuenta otros factores. Los resultados de la pregunta G6, 57,1% tamaño y 42,9 fuerza de atracción, mostraron, posiblemente, una concepción copernicana del universo.

La discusión suscitada en las preguntas anteriores se ve reflejada en el cambio en el porcentaje obtenido en la argumentación sobre el problema planteado en la pregunta G7, en ella, se argumenta ampliamente sobre la gravedad como causa del fenómeno. Mientras que el 28,8% niega que esta sea la razón.

En cuanto a la conclusión esperada por parte de los equipos de trabajo, frente a la fuerza gravitacional, el 71,4 mostró incapacidad de abstraer la idea, y el 28,6 argumentó con base en el conocimiento de acuerdo con las causas establecidas en clase.

Tabla 18

Predicciones individuales

| N° | | | N° | % |
|----|---|--------------------|----|-------|
| R1 | ¿De qué depende la caída de los cuerpos? | Fuerza de gravedad | 7 | 100,0 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R2 | ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo, papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué? | Al mismo tiempo | 6 | 85,7 |
| | | La más pesada | 1 | 14,3 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R3 | El cuerpo gira alrededor de la mano.? ¿Por qué? | A una fuerza | 6 | 85,7 |
| | | No responde | 1 | 14,3 |

| | | | | |
|----|---|---------------------------|---|-------|
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R4 | ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? | Gravedad de la tierra | 5 | 71,4 |
| | | Por la rotación | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R5 | ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol? | Fuerza de la gravedad | 3 | 42,9 |
| | | Eje de rotación | 4 | 57,1 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R6 | ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra? | Tamaño | 5 | 71,4 |
| | | Fuerza de atracción mayor | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R7 | ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de la Tierra? ¿Podría ser la misma? | Fuerza de la gravedad | 5 | 71,4 |
| | | Negación | 2 | 28,6 |
| | | Total | 7 | 100,0 |
| R8 | ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala. | Masa | 3 | 42,9 |
| | | No responde | 4 | 57,1 |
| | | Total | 7 | 100,0 |

Finalmente, una vez realizada la actividad experimental, tratando de confirmar o refutar las predicciones realizadas por los estudiantes individualmente y posteriormente en equipos de trabajo, se sintetizó la información en la tabla 18. En la misma se enmarca la argumentación aportada por los equipos de trabajo, frente a los cuestionamientos de la guía. Esto se realizó, por medio de la caracterización elaborada de acuerdo a las descripciones argumentadas de los estudiantes.

En la pregunta R1, se obtuvo un 100% de argumentos positivos, es decir, los estudiantes argumentaron a través de los términos propios de la física clásica frente a la caída de los cuerpos.

Para la pregunta R2, se observó que solo un equipo de trabajo no concuerda con la independencia que tiene la caída de los cuerpos, de la masa de estos. Es así, como el 14,3%

concluyó que los cuerpos caen en diferentes momentos y el 85,7% argumentó a favor de la simultaneidad en la misma.

Dado que en la pregunta R3, el 85,7% concuerda en que la causa del movimiento alrededor de una cuerda depende de la fuerza ejercida por la cuerda y que el 14,3%, aparentemente, no estableció una relación de causalidad frente a los diferentes elementos que componen el fenómeno, permitió inferir una posible evolución en los preconceptos de los estudiantes frente al concepto de masa inercial.

Del mismo modo, de los resultados de la pregunta R4, se infirió una evolución positiva en la argumentación frente a las causas de la fuerza gravitacional, pues el 71,4% asume la fuerza gravitacional terrestre como la causa fundamental del movimiento. También se observó que se da una explicación alternativa al fenómeno, pues el 28,6% lo atribuye a la rotación.

Los resultados obtenidos para las situaciones R5 y R6, aunque parezcan contradictorios, demostrarán la complejidad de las situaciones y la dificultad de abstracción por parte de los equipos de trabajo. En ellos, el 42,9 argumentó a favor de la fuerza gravitacional como la causante del movimiento, pero se contradice cuando infieren que la masa del Sol, al ser mayor, impide que este rote alrededor de la Tierra. A pesar de que es un argumento válido, el imaginario de los estudiantes lo plantea desde una visión empírica del modelo copernicano.

En los resultados a cerca de la situación R7, se refuerza la idea sobre la evolución de los preconceptos de los estudiantes, pues son capaces de relacionar el movimiento de caída de los cuerpos cercanos a la superficie terrestre con el movimiento de rotación de la Luna alrededor de la Tierra

Al observar los resultados obtenidos para la situación R8, se refuerzan los resultados de las situaciones R5 y R6, en las cuales se vislumbra una gran dificultad en la abstracción de

conceptos y probablemente, la necesidad de acceder a una experiencia tangible que aporte la certeza de la experimentación. Así, el 57,1% no expresó argumentos ni a favor, ni en contra y el 42,9% planteó argumentos frente a la diferenciación entre la categoría ontológica de la masa (masa como cantidad de materia) y la categoría relacional de masa (masa inercial y masa gravitacional).

4.2 Discusión de resultados

4.2.1 Caracterización de las ideas previas

Los resultados expuestos con anterioridad dan cuenta de las ideas previas más próximas con los conceptos relacionados al concepto de masa, a partir de las cuales se realizó la construcción del concepto de masa.

Frente a estos, se resalta la idea generalizada de la gravedad como una fuerza, reforzado por la caracterización de fenómeno natural. Esto hace suponer una idea elaborada en clases de ciencias naturales, ya que las respuestas dadas por los estudiantes de forma individual, en ningún momento se apartaron de una concepción científica del fenómeno, a pesar, como es de suponerse, que son ideas elaboradas sobre sus concepciones intuitivas.

Por otro lado, la idea de inercia se presenta como otro ejemplo de preconceptos reforzados por conceptos desarrollados en clase. En esta, se expone una tímida idea de fenómeno natural, pero por primera vez, emerge una de las características de las ideas previas, no es posible dar significado a algo mientras no tengamos acerca de ello una idea anterior. Y al parecer, esto es lo que sucede frente a este concepto y se repetirán en los conceptos posteriores.

Dentro de los conceptos incluidos, se hizo referencia al concepto de masa, el cual resulta muy común para todos y con él los estudiantes están ampliamente relacionados. Dentro de la caracterización alcanzada para el concepto, se evidencia la concordancia entre masa con cantidad

de materia. Masa es un término acuñado en las labores culinarias domésticas. En la preparación del pan, arepas u otros alimentos que se preparan con harinas, que, al ser mezclado con algún líquido, agua, leche, entre otros, su resultado se denomina masa. Por eso, que más de la mitad de los niños lo asocien al concepto de materia, resulta explicable por las consideraciones anteriores.

Por otro lado, su relación con el peso se explica, porque de igual forma, cotidianamente, se habla de peso cuando hacemos referencia a cierta cantidad de masa. Tanto así, que, al preguntar por el peso de un artículo, damos su valor en unidades de masa.

Un pequeño número lo asocia con un compuesto molecular, lo cual indicaría, de acuerdo con lo expuesto en los fundamentos teóricos sobre ideas previas, una elaboración más completa del concepto, enriquecida probablemente con las enseñanzas en ciencias naturales. Contrario a esto, al igual que en el concepto anterior, algunos de los estudiantes no poseen nociones del concepto, lo cual, en este caso, parece poco probable dado lo familiar del término. Cabría pensar, más en la intencionalidad de no escribir, de manera que no se vean comprometidas sus ideas ingenuas a cerca del concepto.

Otro concepto que resulta complejo en su construcción, acorde con la definición dada por las ciencias naturales, es el peso. Los resultados obtenidos sobre este concepto se pueden ver como una síntesis de los resultados anteriores. Pues la distribución que se alcanzó muestra como los estudiantes lo relacionan con la masa, por la asociación entre el término y las unidades aplicadas a este, cotidianamente. Con la gravedad, por la idea intuitiva, mediante la cual se explica que los pesos mayores caen más rápidamente y como unidad de medida, siempre que este se asocia a la pregunta ¿cuánto pesa?

Dentro de los términos que presentan mayor nivel de abstracción son molécula y sustancia. Aquí, donde se esperaría un tipo de definiciones ingenuas, se obtuvieron respuestas un

poco más elaboradas. No necesariamente correctas. Esto se puede atribuir al bagaje cultural de los estudiantes y ante todo, a la instrucción en las clases de ciencias, pues las elaboraciones incluyen términos y relaciones propias del lenguaje de las ciencias naturales.

Finalmente, con relación al término balanza, se identifica en más de las tres cuartas partes de los estudiantes, el reconocimiento de este como instrumento de medida. Sin duda, llama la atención, que la otra cuarta parte, lo relacione con el equilibrio. La explicación a esta asociación puede deberse, a que con mucha frecuencia los profesores de los primeros años de enseñanza, particularmente, tercero de primaria, utilizan la construcción de una balanza de brazos iguales, con material reciclable, para introducir a los niños en el concepto de peso.

De esta manera, se encontró que los estudiantes objeto de estudio, poseen un bagaje cultural y una formación en ciencias naturales, que les ha permitido, en su mayoría, llevar sus ideas ingenuas a un nivel mayor, en el cual se utiliza el lenguaje propio de las ciencias.

4.2.2 Triangulación de resultados cualitativos

La aplicación de la unidad didáctica, permitió corroborar los resultados obtenidos por Garzón (2012), en los cuales manifiesta la necesidad de contribuir con los estudiantes en la construcción conceptual, de manera tal que se resalten las diferentes concepciones alternativas y los posibles errores que subyacen en estas, dependiendo del contexto en el cual es usado el concepto. Pues como lo menciona, un error puede ser un síntoma de una dificultad conceptual o de una dificultad de razonamiento o una combinación de las dos.

De esta manera, las diferentes actividades desarrolladas por parte de los estudiantes, con las cuales se abordó el concepto de masa desde diferentes categorías; así como los conceptos asociados a la construcción del concepto de masa, da cuenta de la rigidez en cuanto a las

concepciones previas de los estudiantes, lo cual limita el reconocimiento del mismo fenómeno en diferentes contextos. Por otra parte, en cuanto a las categorías objeto de estudio, se hizo énfasis la categoría funcional y relacional, pues son estas las que mayor dificultad representan para su elaboración. Pues debido al manejo que se da al concepto de materia (categoría ontológica del concepto de masa), usado como sinónimo del concepto de masa, se dificulta la construcción de otras categorías del concepto de masa; hecho observable en las definiciones aportadas por los estudiantes en la actividad inicial (palabra clave) y en los argumentos expresados de manera escrita en la guía de predicciones individual y grupal.

Sin embargo, al observar los resultados Pretest y Postest, se evidencia una mejor comprensión y un mejor manejo en las categorías relacional y funcional del concepto de masa.

Lo cual se puede atribuir a la interacción entre los estudiantes, con lo cual se produce un refuerzo positivo, que induce al cambio conceptual, a la reevaluación de las ideas previas.

Lo anterior, se percibe, al verlo más detalladamente, una pregunta a la vez. Por una parte, se encuentra un alto grado de dificultad en el manejo del concepto de masa en problemas que involucran la gravedad, pero en las preguntas 3, 6 y 7, el estudiante encuentra posibilidades acordes a sus ideas previas, con lo cual se explican los resultados iniciales (pretest). Pero al realizar el postest, luego de haber trabajado la unidad didáctica, encuentra contradicciones conceptuales que lo llevan a dudar sobre la validez de las mismas.

No obstante, se observa que, aun que existe una variación positiva en los resultados, no es tan contundente como se desearía. Esto debido a la resistencia que presentan las ideas previas. Pues a pesar de llegar a ser revaluadas por parte del educando, con facilidad se retorna a uso de las mismas como elemento de argumentación. Induciendo de esta manera, la necesidad de realizar otras actividades que refuercen los logros alcanzados.

Por su parte, en las preguntas 2, 4 y 5, el énfasis recae en el concepto de masa inercial, el cual se percibe de una manera más natural, entendido esto, como más próximo a nuestra experiencia cotidiana, a nuestra experiencia sensorial. De ahí, que un mayor porcentaje de estudiantes se aproximan a la respuesta esperada una vez aplicada la unidad didáctica. Con lo cual se plantea un cambio en las ideas previas, que puede ser explicado a través de la experiencia sensorial del estudiante, con la cual este crea su propia idea intuitiva del concepto y que a su vez permite la abstracción de este, facilitando la incorporación de nuevos elementos a su conocimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos por FLEISNER (2010), en general los términos propios de la física pueden ser considerados términos de género natural. Al referirnos al término masa, este designa una clase de entidad fundamental para la explicación de diversos fenómenos naturales y muy particularmente para la investigación científica. Con este se identifican las propiedades que posee un mismo objeto en diferentes contextos. Es decir, la referencia del término “masa” debe venir determinada mediante las propiedades de la teoría que lo introdujo.

4.2.3 Elementos sobre la argumentación científica

En el trabajo realizado con las guías propuestas dentro de la unidad didáctica, se introdujo la argumentación científica como herramienta fundamental en la construcción del conocimiento. De esta manera, se revisó en cada una de las guías, los elementos aportados por los estudiantes en cuanto a la argumentación entorno al concepto de masa.

La guía de trabajo individual, la carencia de un modelo estructurado que dé cuenta acerca de la explicación propuesta por los estudiantes. Estos plantean sus explicaciones a través de ideas intuitivas y en ocasiones, ingenuas. Si se pudiese asociar un modelo específico, se hablaría de una postura aristotélica, fundamentada ésta en la experiencia sensorial.

Por otra parte, los textos argumentativos, adolecen de estructura sintáctica que permita extrapolar el tipo de razonamiento. Se recurre a expresiones cortas, con las cuales se expresa una idea intuitiva poco elaborada. No se observa el deseo o propósito de persuasión en la misma.

Presuntamente por el hecho de referirse a una pregunta abierta la cual será leída por el profesor de quien se supone es poseedor del conocimiento.

Ya, durante el desarrollo y los resultados de la segunda guía, en forma grupal, se eleva un poco el nivel de argumentación. El intercambio de ideas y las discusiones suscitadas al interior de los equipos de trabajo, permitió la elaboración de argumentos mejor estructurados. En cuanto al modelo, este sigue siendo de corte aristotélico, pues se sigue recurriendo a las explicaciones anecdóticas o a las analogías. Por otra parte, se observa un poco más en la riqueza del lenguaje utilizado, lo que puede ser una consecuencia directa del trabajo en equipo y del intercambio de conocimiento y explicaciones. Aun cuando los argumentos se centraban en las analogías y algunas anécdotas, se percibió el deseo de competir y de lograr la aceptación de sus argumentos al interior del grupo, con lo cual, aquellos que inicialmente optaron por dejar preguntas sin responder, encontraron las condiciones apropiadas y la confianza suficiente para hacer sus aportes y tratar de persuadir a sus pares.

Durante el desarrollo de la actividad práctica, se brindó la posibilidad de poner a prueba sus argumentos, ratificarlos o rechazarlos. La guía, implícitamente, inducía al modelo positivista, desde este, los estudiantes hallaron elementos que reforzaban sus argumentos o que por el contrario los obligaban a replantearlos. La necesaria evolución de sus ideas previas conllevó, a la también necesaria incorporación de nuevos términos que permitieran expresar de manera más precisa y contextualiza sus argumentos.

El trabajo didáctico antes mencionado, permitió observar como la construcción teórica se da a partir de las observaciones significativas, que de acuerdo con Ruiz (2011), el proceso interpretativo y argumentativo con el cual se espera que el estudiante logre acceder al conocimiento, se de a partir del estudio del todo a las partes y de las partes al todo y la relación de interdependencia que existe entre los diferentes fenómenos y los procesos que componen su objeto de estudio. Logrando así, una visión integral de la física, no como una disciplina, sino como parte fundamental del conocimiento humano.

CONCLUSIONES

El análisis realizado a partir de la caracterización de las ideas previas de los estudiantes, evidencio, como el conocimiento de estas por parte del maestro, son un requisito indispensable a la hora de planear la estrategia que conlleve a la construcción del conocimiento. Comprender la naturaleza de estas y, de ser posible, poder determinar su origen, ofrece la posibilidad de conocer como el estudiante aborda la construcción de su propio conocimiento, determinar a partir de qué punto se debe iniciar dicha construcción y de cierta manera hacer de la experiencia educativa algo personal, alimentado y reforzado con la interacción de los otros. Por otra parte, las ideas previas que son fruto de nuestra experiencia cotidiana o sensorial son susceptibles de ser modificadas a través de la experimentación, que de cierta manera las ponga a prueba. No obstante, existen conceptos con un determinado nivel de abstracción que requiere un trabajo más elaborado y reflexivo, como en el caso de la masa gravitacional.

- Entorno al concepto de masa, la construcción de las diferentes categorías del concepto de masa se percibe como algo complejo, dada la familiaridad que presenta el término y a la cotidianidad de este. Romper el esquema de masa como cantidad de materia, elaborado por los estudiantes durante toda su vida, para tratar de introducir el concepto de masa inercial y masa gravitacional, se convierte en una tarea que demanda una alta dosis de creatividad y perseverancia por parte del maestro y una actitud de apertura hacia ideas nuevas, así como la disposición suficiente para analizar y resolver situaciones retadoras propuestas por el maestro. Ante la pluralidad en los niveles de conocimiento expuesto por los estudiantes, se esgrime el trabajo por equipos como alternativa, ya que este promueve el trabajo colaborativo al asumir diferentes roles de trabajo. Es importante, una vez identificadas las ideas previas de los estudiantes, conformar los equipos de trabajo de manera intencionada, de tal suerte que la interacción social impulse el deseo de aprender y estimule el intercambio conceptual hasta llegar a la elaboración de conceptos, fruto del consenso y la discusión entre pares.
- Por otra parte, vista la argumentación científica como una herramienta que posibilita el aprendizaje, se plantea la necesidad de abordar el conocimiento, desde sus primeros años, con el lenguaje propio y enmarcado en los modelos que lo sustentan. Es así, como los estudiantes al asociar el concepto de masa con el concepto de materia, sin tan siquiera hacer referencia a otras posibilidades, arraigan dicha concepción a su acervo cultural, dificultando la elaboración de otras concepciones. Del mismo modo, la relación que se establece entre peso y masa donde no se discrimina el peso de la

masa ni por el manejo de sus unidades, plantea un reto para el docente que inicia la labor de nuevos conceptos.

- En la misma línea, contextualizar el conocimiento, epistemológicamente, aporta elementos del lenguaje, de tiempo y espacio en el que fue desarrollado el conocimiento y con lo cual los estudiantes dan sentido, orden cronológico y un modelo que explica el porqué de este.

Finalmente, la unidad didáctica propuesta e implementada, arrojó un resultado positivo, lo que permite sugerir su uso en la construcción del concepto de las categorías de masa. Es de tener en cuenta que el grado de escolaridad influye en su aplicación, debido a que dichas categorías revisten de un cierto nivel de abstracción. Lo cual no implica que niños de diferentes niveles no puedan alcanzar la construcción intuitiva del fenómeno. Con el cual se podría dar inicio para alcanzar paulatinamente mayores niveles de complejidad.

RECOMENDACIONES

A las personas interesadas en aplicar la unidad didáctica aquí expuesta, se les recomienda tener en cuenta que esta fue diseñada para estudiantes de educación media, quienes, para el caso colombiano, ya tienen un amplio recorrido escolar y, por tanto, el uso del lenguaje científico es un poco más amplio. Del mismo modo, se debe indagar por el nivel en el desarrollo de la competencia argumentativa, por parte de los estudiantes. Esta se yergue como una herramienta fundamental en la construcción del conocimiento científico y en el caso escolar, en la alfabetización científica. Sin lugar a dudas, aunque en el currículo actual, por competencias, se estimula su desarrollo. En las clases de ciencias naturales debe darse de manera intencional y programada.

Para quienes son responsables de la educación en ciencias naturales desde los primeros años de escolaridad, se recomienda hacer uso del lenguaje propio de las ciencias naturales. Así como

la distinción precisa en las diferentes magnitudes y sus correspondientes de unidades de medida. Con frecuencia se recurre al uso de analogías para la comprensión de algún concepto en particular, lo cual puede resultar efectivo. Pero en algunos de los estudiantes queda la sensación, que con el sólo hecho de hacer la comparación, es un argumento suficiente para dar algo, por cierto.

Quienes deseen profundizar en este campo de investigación, pueden ampliar el mismo a los efectos que puede tener un conocimiento amplio sobre las diferentes categorías del concepto de masa, sobre el aprendizaje en los conceptos básicos de la Mecánica Clásica. También se propone como tema de investigación, la construcción del concepto de la masa relativista, con lo cual se abre la posibilidad de una mejor comprensión de la teoría de la relatividad.

A las instituciones educativas se le sugiere facilitar y estimular el uso de nuevas tecnologías al interior del aula escolar. El uso de laboratorios virtuales, visita a páginas especializadas, proyección de videos, participación en comunidades virtuales de aprendizaje, uso del móvil como herramienta de aprendizaje. De igual forma, se debe estimular el trabajo práctico a través del modelo de trabajo cooperativo, donde se elaboren montajes sencillos, preferiblemente con material de reciclaje, de manera que, a través de la práctica, se pueda verificar o refutar hipótesis iniciales y paulatinamente, trascender al campo de la argumentación a través de modelos teóricos y referencias bibliográficas aceptados por la comunidad científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J., & Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, pedagogías emergentes. *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 13-32.
- Bautista, M. (2002). *Física I*, Bogotá: Editorial Santillana.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Revista Educación Química*. En <http://depa.fquim.unam.mx/sieq/Documentos/153-bel.pdf>
- Briones, G. (1995). *Métodos y Técnicas de Investigación Para las Ciencias Sociales*
- Chaux, E, Lleras, J y Velásquez, A (2004). *Competencias Ciudadanas: De los Estándares al Aula*. Bogotá. p.59.
- Chi, M. T. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *The journal of the learning sciences*. En: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.118.5144&rep=rep1&type=pdf>.
- Do Santos, S (2008). *La Enseñanza de Ciencias con un Enfoque Integrador a través de Actividades Colaborativas, bajo el Prisma de la Teoría del Aprendizaje Significativo con el uso de Mapas Conceptuales y Diagramas para Actividades*

- Demostrativo-Interactivas - ADI. Consultado 24/03/2014. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23942>
- Doménech, A (1992). Enseñanza de las Ciencias. ¿Cuál revista?10(2), 223-226
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. International Journal of Science Education, 11(5), 481-490.
- Einstein, A, (2002). Mis Ideas y Opiniones. Barcelona: Editorial Bon Ton. p. 238, 229
- Egaña, B., & Enrique., H. (2017). La indagación científica: una estrategia para aprender colaborativamente ciencias naturales en la educación primaria.
- Escobar-Pérez J y Cuervo-Martínez (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Universidad El Bosque, Colombia. En http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf
- Fundación Telefónica (2012). Aprender con tecnología Investigación internacional sobre modelos educativos de futuro. Madrid España.
- Fleisner, A (2010). La referencia de los términos de magnitudes físicas. En <http://eprints.ucm.es/11618/1/T32292.pdf>
- Garzón, I. (2012). El concepto de fuerza electromotriz en cursos introductorios de física en la universidad: “Dificultades de Aprendizaje y la Presentación del Concepto en los Libros de Texto”. Consultados el 23/03/2014. En <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/24919/Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzmán, M.(2009). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. OEI. Disponible en <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm#B>. Octubre 24 de 2009
- Hawking, S (2005). A hombros de Gigantes: Las Grandes Obras de la Física y la Astronomía. Cuarta Edición. Barcelona: Editorial Crítica,
- Heiwitt, P (2004). Física Conceptual. Novena edición. México: Editorial Pearson. 2004. p. 155
- Henao B, Stipcich M (2008). Educación En Ciencias Y Argumentación: La Perspectiva Toulminina Como Posible Respuesta A Las Demandas Y Desafíos

- Contemporáneos Para La Enseñanza De Las Ciencias Experimentales. En http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf
- Hernández, D y Morales, A (2009). Concepciones de Naturaleza de Ciencia. Trabajo de Grado. Ibagué: Universidad del Tolima, Facultad de Educación.
- Instituto de Tecnologías Educativas, Departamento de Proyectos Europeos. (2011). Competencia Digital, 25 de marzo 2011
- López García, M. (2009). Los laboratorios virtuales aplicados d la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo “CIPP”. Dirigida por Dr. Juan Gabriel Morcillo Ortega. En <http://eprints.ucm.es/8800/1/T30883.pdf>
- López, D (2011). La modelización conceptual de la mecánica newtoniana en estudiantes de física universitarios: una aplicación de la teoría de Ausubel de aprendizaje significativo. Consultado 24/03/2014 en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=23939>
- Martínez, R (2006). TICs en la educación: sobre las unidades de análisis. Universidad Nacional del Mar del Plata, Argentina.
- MEN (2006). Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales.
- Mendoza, J (2011). Alternativa metodológica para la formación integral de los estudiantes desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Consultado 24/03/2014. En <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2011/jcrm/ficha.htm>
- Osborne, J, Erduran, S. Y Simon, S. (2004). Enhancing The Quality Of Argumentation In School Science. En <Http://Citeseerx.Ist.Psu.Edu/Viewdoc/Download?Doi=10.1.1.463.9918&Rep=Rep1&Type=Pdf>.
- Palacios, R (2017). Aprendizaje de propiedades elementales de la materia: volumen, masa y densidad, en estudiantes de ESO. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=144957>
- Piaget, J. (1992). Seis estudios en sicología.

- Plan Decenal de Educación 2006-2016. MEN. Objetivo 4: Fortalecer procesos pedagógicos que reconozcan la transversalidad curricular del uso de las TIC, apoyándose en la investigación pedagógica
- Prensky, M. (2001) Digital natives, digital immigrants. On the Horizon,
- Revel, Ch; Couló, A; Erduran, S; Furman, M; Iglesia, P; Adúriz-Bravo, A (2005). Estudios Sobre La Enseñanza De La Argumentación Científica Escolar. En: <https://core.ac.uk/download/pdf/13306090.pdf>
- Rodríguez, D. (2019) Bases didáctico-curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de la argumentación oral en la educación media”
- Sampieri, R. (2006). Metodología de la Investigación. México D.F. McGraw-Hill.
- Sebastia, J (1984). Fuerza y Movimiento: La Interpretación de los Estudiantes. En: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol 2 No 3. p. 161-169
- Segura, D. (1993). La enseñanza de la física: Dificultades y perspectivas. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Francisco José de Caldas, 1993. p.52
- Silveira, F.P. (2014). El uso del mapa conceptual como recurso didáctico facilitador del aprendizaje significativo de conceptos científicos de ciencias naturales en la enseñanza primaria. Smith, L. (1997). Jean Piaget. In N. Sheehy, A. Chapman. W.Conroy (eds). Biographical dictionary of psychology. London: Routledge.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Vygotski, L. S. (1990). La imaginación y el arte en la infancia. Madrid: Akal.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de la investigación La construcción del concepto de masa partir de la Argumentación Científica en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS DE ACCIÓN GENERAL | RESULTADOS ESPERADOS |
|--|---|--|---|
| ¿Cómo contribuye el diseño, la implementación y evaluación de una unidad didáctica, basada en la argumentación científica, en la construcción del concepto de masa en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña? | Evaluar la unidad didáctica diseñada para la construcción del concepto de masa, a la luz de las categorías formalmente aceptadas. | La aplicación de una unidad didáctica basada en la argumentación científica permite un cambio conceptual que contribuye a que los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué - Colombia se apropien las diferentes categorías del concepto de masa, de tal manera que se logre la comprensión y aplicación del concepto en los diferentes contextos donde se requiere. | Los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Reyes Umaña modificarán sus ideas previas en torno al concepto de masa de manera tal que este pueda ser utilizado en diferentes contextos. |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS DE ACCIÓN ESPECÍFICAS | |
| ¿Qué concepciones alternativas de masa utilizan los estudiantes del grado décimo de la Institución | Revisar las nociones del concepto de masa elaboradas por los estudiantes de manera empírica. | Los estudiantes asocian el concepto de masa, a la idea intuitiva de la misma: masa como propiedad esencial y privilegiada de la materia. | |

Educativa Antonio Reyes Umaña de la ciudad de Ibagué en la interpretación de situaciones propuestas?

¿Una vez aplicada la unidad didáctica, los estudiantes logran rechazar sus explicaciones alternativas del concepto de masa en situaciones propuestas?

¿Es posible contribuir al cambio del concepto sobre la masa?
¿Qué elementos componen la argumentación de los estudiantes frente a situaciones planteadas entorno al concepto de masa?

Medir el impacto de la unidad didáctica diseñada para la construcción del concepto de masa basada en los argumentos científicos.

Analizar los elementos de la argumentación generada por los estudiantes frente a situaciones que retan sus ideas alternativas.

A partir de la contextualización del concepto de masa, se alcanza la construcción de las diferentes categorías de esta.

Se alcanza la interpretación de diversas situaciones a través de la aplicación conceptual de una categoría específica de

masa

Los estudiantes reconocen la categoría específica del concepto de masa que se debe aplicar en un contexto determinado

MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN

| CATEGORIAS DE ANALISIS | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Cambio Conceptual | Conjunto de herramientas teóricas o conceptuales que le permitan al estudiante crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo | Proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por el sujeto que aprende | Ideas previas | Expresa su concepto de masa al relacionarlo con términos propuestos |
| | | | Categorías del concepto de masa | Resuelve situaciones propuestas que involucran el concepto de masa en diferentes contextos, mediante la interpretación de las mismas |
| | | | Aprendizaje Colaborativo | Elaboración de predicciones conjuntas a partir de la puesta en común de predicciones individuales |
| Didáctica de la Ciencias | Uso de métodos y técnicas para facilitar y mejorar la enseñanza de las ciencias, adaptados a las características propias del individuo que aprende | Uso de técnicas, procesos y herramientas propios del área del conocimiento que se aborda, adaptados a las necesidades y estrategias propias de cada estudiante, de manera tal que se logre conseguir que los conocimientos lleguen de una forma más eficaz a los educados | Epistemología, Historia y Sociología | Involucra elementos referentes a la epistemología de las ciencias, su historia y/o sociología, para facilitar la comprensión de un fenómeno o concepto científico. |
| | | | Argumentación Científica | Defiende su postura con respecto al fenómeno científico, objeto de estudio, con argumentos científicamente aceptados. |
| | | | Competencias en ciencias naturales | Propone soluciones a problemas propuestos que exijan el uso del concepto de masa en diferentes contextos |

Palabra Clave

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

CONCEPTO DE MASA

A continuación, encontrará una serie de palabras, sobre las cuales debe escribir una definición y posteriormente realizar un dibujo.

Para esto tiene un tiempo de 30 minutos.

GRAVEDAD

INERCIA

MASA

ÁTOMO

PESO

MOLÉCULA

BALANZA

SUSTANCIA

Test Manejo del concepto de MASA:

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

CONCEPTO DE MASA

Por favor:

No escriba nada en este cuestionario.

Marque sólo una respuesta por pregunta.

No deje ninguna pregunta sin contestar.

Evite adivinar. Sus respuestas deben reflejar lo que usted personalmente piensa.

Siga las instrucciones para marcar sus respuestas.

Calcule terminar este cuestionario en 15 minutos.

Gracias por su colaboración.

1. Dos bolas de metal tienen el mismo tamaño, pero una pesa el doble que la otra. Se dejan caer estas bolas desde el techo de un edificio de un solo piso en el mismo instante de tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo es:

- (A) aproximadamente la mitad para la bola más pesada que para la bola más liviana.
- (B) aproximadamente la mitad para la bola más liviana que para la bola más pesada.
- (C) aproximadamente el mismo para ambas bolas.
- (D) considerablemente menor para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad.
- (E) considerablemente menor para la bola más liviana, pero no necesariamente la mitad.

2. Las dos bolas de metal del problema anterior ruedan sobre una mesa horizontal con la misma velocidad y caen al suelo al llegar al borde de la mesa. En esta situación:

- (A) ambas bolas golpean el suelo aproximadamente a la misma distancia horizontal de la base de la mesa.

- (B) la bola más pesada golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más liviana.
- (C) la bola más liviana golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más pesada.
- (D) la bola más pesada golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más liviana, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.
- (E) la bola más liviana golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más pesada, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.

3. Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio de un solo piso hasta la superficie de la tierra:

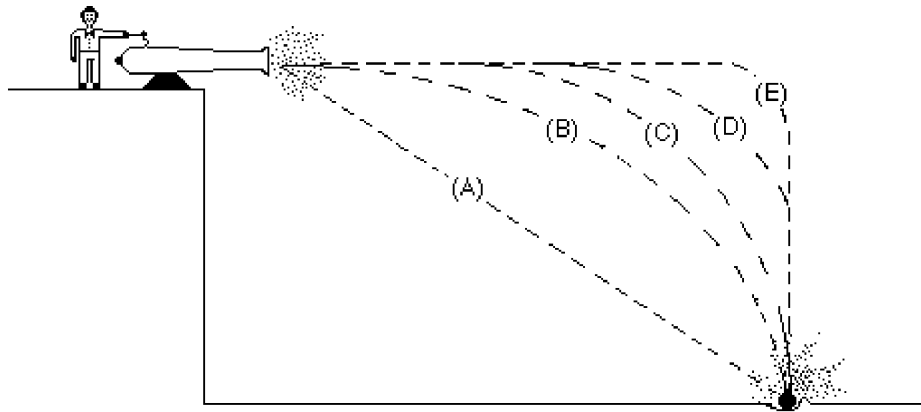
- (A) alcanza un máximo de velocidad muy pronto después de ser soltada y desde entonces cae con una velocidad constante.
- (B) aumenta su velocidad mientras cae porque la atracción gravitatoria se hace considerablemente mayor cuanto más se acerca la piedra a la tierra.
- (C) aumenta su velocidad porque una fuerza de gravedad casi constante actúa sobre ella.
- (D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.
- (E) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de la gravedad, empujándola hacia abajo, y la fuerza del aire, también empujándola hacia abajo.

4. Un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil. Durante la colisión:

- (A) la intensidad de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil es mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
- (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión ejerce sobre el auto.
- (C) ninguno ejerce una fuerza sobre el otro, el auto es aplastado simplemente porque se interpone en el camino del camión.
- (D) el camión ejerce una fuerza sobre el automóvil, pero el auto no ejerce ninguna fuerza sobre el camión.

(E) el camión ejerce una fuerza de la misma intensidad sobre el auto que la que el auto ejerce sobre el camión.

5. Con un cañón se dispara una bola desde el filo de un barranco como se muestra en la figura adjunta. ¿Cuál de los caminos seguirá de forma más aproximada dicha bola?



6. Un chico lanza hacia arriba una bola de acero. Considere el movimiento de la bola durante el intervalo comprendido entre el momento en que ésta deja de estar en contacto con la mano del chico hasta un instante anterior al impacto con el suelo. Suponga que las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. En estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la bola es (son):

(A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente.

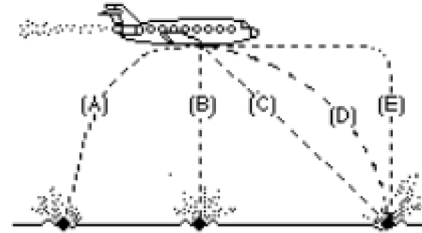
(B) una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente desde el momento en que la bola abandona la mano del chico hasta que alcanza su punto más alto; en el camino de descenso hay una fuerza hacia abajo debida a la gravedad que aumenta continuamente a medida que el objeto se acerca progresivamente a la tierra.

(C) una fuerza hacia abajo prácticamente constante debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente hasta que la bola alcanza su punto más alto; en el camino de descenso sólo hay una fuerza constante hacia abajo debida a la gravedad.

(D) sólo una fuerza hacia abajo, prácticamente constante, debida a la gravedad.

(E) ninguna de las anteriores. La bola cae al suelo por su tendencia natural a descansar sobre la superficie de la tierra.

7. Una bola se escapa accidentalmente de la bodega de carga de un avión que vuela en una dirección horizontal. Tal como lo observaría una persona de pie sobre el suelo que ve el avión se muestra en la figura de la derecha, ¿qué camino seguiría de forma más aproximada dicha bola tras caer del avión?



como

bola

Guía de aprendizaje concepto de masa

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

CONCEPTO DE MASA

MANUAL DE LA PRÁCTICA

MATERIALES: Objetos de diferentes tamaños y materiales, dos metros de cuerda.

Presentación. Cotidianamente, cuando accidentalmente soltamos algo que tenemos sujeto con nuestras manos, vemos como esto realiza un movimiento de caída hacia el suelo. En la antigüedad, el filósofo Griego Aristóteles, pensaba que los objetos buscaban su lugar natural, es decir, los sólidos caían hacia el suelo, buscando el elemento que debería ser natural para ellos, así como el fuego debería subir pues era allí donde se encontraba su lugar natural. Con el nacimiento de la física clásica, los seres humanos, nos interesamos por buscar las causas de los fenómenos debido a los efectos que se podían observar en ellos.

En el desarrollo de esta guía, trataremos de determinar las causas que hacen que los cuerpos caigan, de igual forma, aquellas responsables de que la Luna gire alrededor de la Tierra y las causas para que la Tierra gire alrededor del Sol. De la misma manera, trataremos de encontrar alguna relación entre dichas causas, si es que existe

Predicciones Individuales

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

Entregue esta hoja al profesor al finalizar la actividad.

NOMBRE: _____

CLASE TEÓRICA INTERACTIVA DEMOSTRATIVA

HOJA DE PREDICCIONES INDIVIDUAL

Instrucciones: En esta hoja puede escribir sus predicciones libremente acerca de cada una de las situaciones planteadas a continuación. Será tomada en cuenta cómo su participación en la actividad, más no como nota.

Actividad 1: Deje caer diferentes objetos.

PREDICCIÓN 1: Los objetos caen porque...

Pregunta 1: ¿De qué depende la caída de los cuerpos?

Pregunta 2 ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo, papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué?

Actividad 2: Amarre un cuerpo al extremo de una cuerda y póngalo a girar.

PREDICCIÓN 2: El cuerpo gira alrededor de la mano porque ...

Pregunta 4: ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?

Pregunta 5: ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol?

Pregunta 6: ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra?

Pregunta 7: ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de la Tierra? ¿Podría ser la misma?

Pregunta 8: ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala.

Predicciones de Grupo

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

Entregue esta hoja al profesor al finalizar la actividad.

| | |
|---|---|
| <i>CLASE TEÓRICA INTERACTIVA DEMOSTRATIVA</i> | |
| HOJA DE PREDICCIONES DEL GRUPO | |
| Instrucciones: En esta hoja puede escribir las predicciones del grupo acerca de cada una de las situaciones planteadas a continuación. Cada grupo nombrará un relator que argumente, ante la plenaria, cada una de las predicciones del grupo. | |
| Actividad 1: Deje caer diferentes objetos. PREDICCIÓN 1: Los objetos caen porque... Pregunta 1: ¿De qué depende la caída de los cuerpos? Pregunta 2 ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué? Actividad 2: Amarre un cuerpo al extremo de una cuerda y póngalo a girar. PREDICCIÓN 2: El cuerpo gira alrededor de la mano porque ... Pregunta 4: ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? Pregunta 5: ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol? | INTEGRANTES: _____ _____ _____ _____ |

Pregunta 6: ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra?

Pregunta 7: ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de la Tierra? ¿Podría ser la misma?

Pregunta 8: ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala.

Predicciones de Grupo

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA

Área de Ciencias

Ciencias Naturales - Física

Entregue esta hoja al profesor al finalizar la actividad.

| | |
|---|--|
| <p><i>CLASE TEÓRICA INTERACTIVA DEMOSTRATIVA</i></p> <p>HOJA DE RESULTADOS</p> <p>Instrucciones: En esta hoja puede escribir los resultados obtenidos una vez realicen las actividades propuestas, de cada una de las situaciones planteadas a continuación. Cada grupo nombrará un relator que argumente, ante la plenaria, cada una de las hallazgos del grupo.</p> | |
| <p>Actividad 1: Deje caer diferentes objetos.</p> <p>PREDICCIÓN 1: Los objetos caen porque...</p> <p>Pregunta 1: ¿De qué depende la caída de los cuerpos?</p> <p>Pregunta 2 ¿Si soltamos de la misma altura dos esferas del mismo tamaño, pero de diferente material (por ejemplo, papel y hierro), ¿Cuál de las dos caerá primero? ¿Por qué?</p> <p>Actividad 2: Amarre un cuerpo al extremo de una cuerda y póngalo a girar.</p> <p>PREDICCIÓN 2: El cuerpo gira alrededor de la mano porque ...</p> <p>Pregunta 4: ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?</p> <p>Pregunta 5: ¿Por qué la Tierra gira alrededor del Sol?</p> | <p>INTEGRANTES:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |

Pregunta 6: ¿Por qué el Sol no gira alrededor de la Tierra?

Pregunta 7: ¿Existe alguna relación entre la causa que hace que caigan los cuerpos y aquella por la cual la luna gira alrededor de la Tierra? ¿Podría ser la misma?

Pregunta 8: ¿Podríamos pensar que es otra propiedad de la materia? Descríbala.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Desarrollo de una unidad didáctica en la cual se aborda la construcción del concepto de masa

Nombre del Estudiante participante _____

Nombre del padre o acudiente _____

Ciudad _____ Fecha _____

1. PROPÓSITO: El propósito de esta actividad es desarrollar una unidad didáctica encaminada a la construcción del concepto de masa.
2. ¿QUÉ SE HARÁ?: La unidad se desarrollará en seis sesiones de dos horas cada una, en cada una de ellas, el estudiante responderá un test de manera individual, posteriormente, resolverá el mismo test, pero en un grupo de trabajo integrado por cuatro de sus compañeros de clase, elegidos por el profesor de la asignatura.
3. RIESGOS: El desarrollo de los talleres, no representan riesgo alguno diferente a los propios de la actividad escolar habitual.
4. BENEFICIOS: Los aportes aquí recibidos, permitirán consolidar una unidad didáctica basada en los principios del trabajo argumentativo en ciencias naturales, con la cual se pretende superar las ideas previas de los estudiantes frente a la aplicación del concepto de masa.
5. LIBERTADES: Su participación es voluntaria, en cualquier momento usted puede negarse a participar o suspender la actividad si así lo desea. No obstante, debe permanecer al interior del aula de clase hasta tanto lo designe el profesor acompañante.
6. CONFIDENCIALIDAD: Su participación es completamente confidencial, no se publicará su nombre, ni ningún dato que pueda hacer referencia a usted, ni a su acudiente.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Hemos leído o se no ha leído y hemos comprendido, toda la información descrita en este documento, antes de firmarlo. Se nos ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas de manera satisfactoria. Por lo tanto, yo como acudiente del estudiante

_____ autorizo su participación en la actividad y yo en calidad de estudiante participo voluntariamente en dicha actividad.

C.C. _____
Padre de familia o acudiente

C.C. o T.I _____
Estudiante

AUTORIZACIÓN DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO REYES UMAÑA



INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA ANTONIO REYES UMAÑA

Resolución de Aprobación No. 11650003354 DEL 20 DE NOVIEMBRE DE 2015
Código DANE: 172000100571301 - Rut 890.706.250-6

Ibagué, febrero 1 de 2016

Magister
JUAN CARLOS MARTÍNEZ MUÑOZ

ASUNTO: Autorización desarrollo de investigación con estudiantes de décimo grado

Cordial saludo,

En respuesta a la solicitud entregada por usted, en la cual manifiesta su deseo de desarrollar la investigación titulada: LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE MASA A PARTIR DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA, la cual se llevaría a cabo con los estudiantes de grado décimo de esta institución durante el año en curso, se autoriza el desarrollo de la misma, siempre y cuando se cumpla con los protocolos establecidos por la institución para este tipo de eventos, en los cuales se tiene la participación de los estudiantes.

De igual forma, se solicita hacer llegar a la coordinación académica los consentimientos debidamente diligenciados por los padres de familia o acudientes de los estudiantes.

Rector, Alfonso Ayala Escobar
C.C. 6.000.290