



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**Facultad de Educación**

**EL DESARROLLO DE OPERACIONES MENTALES (SÍNTESIS Y  
ANÁLISIS) A PARTIR DE LA EXPERIMENTACIÓN EN  
ELECTROSTÁTICA Y LA NOCIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO**

**Trabajo presentado para optar al título de licenciado en matemáticas y  
física**

**DANIEL CASTAÑO AGUDELO  
JONATHAN ALEXANDER CASTRILLON HENAO  
JUAN PABLO OSORIO PÉREZ**

**Asesor**

**EDWIN DAVID TAMAYO**

**Noviembre de 2016**



## Resumen

Investigaciones efectuadas develan ciertas dificultades en el desarrollo de algunas operaciones mentales tales como el análisis y la síntesis y muestran algunas similitudes entre estos dos procesos del pensamiento. Por su parte, la visión de los conceptos de campo eléctrico y electrostática parecen limitarse a la resolución de ejercicios matemáticos y a las instrucciones propuestas por las guías de laboratorio tipo receta, según las posturas frente al papel del educador y su forma de enseñar las ciencias desde la experimentación que exponen los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional y diversos autores. Esta posición recalca una dificultad en el desarrollo de operaciones mentales, para el caso del presente trabajo, análisis y síntesis, que puede ser abordada desde situaciones de experimentación en electrostática y el campo eléctrico. Con la intención de construir algunas rutas de aprendizaje que permitan el desarrollo de dichas operaciones mentales, este proyecto se enmarca en una metodología que contempla la investigación acción como un proceso en que se encaminan las prácticas docentes a un proceso de construcción que relaciona al sujeto, al contexto y las posturas críticas de los participantes en cuestión, en tanto el docente tiene una visión clara de los procesos de enseñanza y transformación de su quehacer.

**Palabras claves:** campo eléctrico, electrostática, análisis, síntesis, operaciones mentales, experimentación.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803

Facultad de Educación

iii

**Keywords:** electric field, electrostatic, analysis, synthesis, mental operations, experimentation.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



## Tabla de contenido

Resumen.....	ii
1. Objetos de estudio.....	6
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Justificación.....	10
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. General.....	16
1.3.2. Específicos.....	16
2. Marco teórico.....	17
2.1 Referente pedagógico.....	17
2.1.1. Elementos del constructivismo.....	17
2.1.2. Operaciones mentales.....	19
2.2 Referente didáctico.....	23
2.2.1. El constructivismo: implicaciones didácticas.....	23
2.2.2. La actividad experimental como modelo didáctico constructivista.....	24
2.2.3. Reflexiones sobre la enseñanza de la electrostática.....	28
3. Metodología.....	30
3.1 Propuesta de intervención en el aula.....	34
3.2. Consideraciones éticas.....	37
3.3. Recolección de la información.....	37
3.4. Análisis de la información.....	39
4. Hallazgos y resultados.....	42
5. Conclusiones y discusiones.....	61
Referencias.....	64

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



## Índice de tablas y esquemas

Tabla 1. Momentos en las actividades .....	35
Tabla 2. Niveles de análisis .....	41
Tabla 3. Niveles de síntesis .....	41
Tabla 4. Familias y categorías encontradas en el análisis de la información .....	42
Tabla 5. Comparativo de las recurrencias de las categorías .....	58
Esquema 1. Familia análisis I .....	45
Esquema 2. Familia análisis II .....	48
Esquema 3. Familia análisis III .....	51
Esquema 4. Familia síntesis I .....	52
Esquema 5. Familia síntesis II .....	54
Esquema 6. Familia síntesis III .....	56

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## 1. Objeto de estudio

### 1.1. Antecedentes

Los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (1998) hacen una invitación a transformar el rol actual de los educadores al señalar que una de las problemáticas de la educación es el desligamiento de lo que se enseña dentro del aula y las necesidades del estudiante fuera de ésta, es decir, que los profesores encargados de las ciencias naturales no relacionan lo que enseñan con el contexto que rodea a los niños y jóvenes, lo cual puede llevarlos a que aprendan sólo para el momento en el que van a ser evaluados y no para atender a las necesidades derivadas de la nueva sociedad del conocimiento; esto puede también generar una visión de las ciencias exactas como irrelevantes para el desarrollo humano del estudiante.

La sociedad del conocimiento según Krüger (2006) es entendida como un factor del cambio social, donde el conocimiento será la base de diversos aspectos funcionales en los procesos sociales y por esto se ve el conocimiento como un recurso fundamental, lo que genera la necesidad de aprender de manera autónoma. En esta nueva sociedad del conocimiento, se plantea la necesidad de cambiar los modelos educativos que se sustentan en la idea del profesor como transmisor de conocimientos y sustituir por otros, donde el alumno tenga un papel participativo en la construcción de sus propios conocimientos, donde el profesor cumple la función de dirigir al estudiante a esas construcciones (Gines,2004).

Otra de las problemáticas de interés para este trabajo, y que está planteada en los mismos Lineamientos, es la necesidad de concebir una nueva forma para enseñar ciencias, de manera que el estudiante tenga una postura crítica y reflexiva sobre su perspectiva del mundo y del contexto; así, una de las tareas que tiene el educador es hacer ver la escuela como un espacio de desarrollo socio-cultural que le permite al estudiante plantearse soluciones para las problemáticas que se hallan dentro de su contexto (MEN, 1998).

Por todo lo anterior, se hace necesario plantear una renovación pedagógica y didáctica, que le sirva al estudiante para nutrir la perspectiva del mundo y el desarrollo del pensamiento tanto crítico como científico. Esta renovación debe reflejar la importancia de la contextualización del saber y fomentar el desarrollo de las capacidades cognitivas del estudiante, que le permitan adaptarse a su entorno en todo momento: “vivimos en un dinamismo de cambio de tal magnitud que necesitamos adecuaciones constantes y crecientes ante el riesgo, siempre presente, de no lograrlo todo y de perder los referentes necesarios para comprender la realidad e instalarnos en ella” (González citado en Tejada, 2000, p.1). Con base en lo anterior, en el presente trabajo se busca una transformación de las actividades didácticas a partir de actividades experimentales en ciencias, con las cuales se pretende desarrollar las capacidades cognitivas y pensamiento de los estudiantes, a partir de dos operaciones mentales (análisis y síntesis), sin dejar de reconocer que existen otras operaciones mentales que son de gran importancia.

Por otra parte, y debido a que en la educación actual el propósito de enseñar ciencias se oscurece creando confusión en los fines e intenciones de aprender dicha ciencia, Gil y Guzmán (1993) sostienen que, en la enseñanza de las ciencias,

la reformulación de contenidos y métodos es prioritaria, ya que ellos (contenidos y métodos) definen el acto educativo en el plano del aprendizaje. Se trata de un proceso en el que inciden múltiples factores: las necesidades y los valores de las sociedades (p.5).

Por esta razón, el maestro se ve en la necesidad de replantear su labor docente dejando atrás el modelo de “enseñanza tradicional” en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje sólo se da a través de la transmisión-recepción (Ausubel, citado en Gil y Guzmán, 2001), y avanzando hacia nuevas metodologías, puesto que “saber qué enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción” (Freire, 2004, p.12).

Además, la constante preocupación por la enseñanza de los contenidos, que se convierten en conocimiento a partir del aprendizaje y los significados atribuidos por el estudiante, es una problemática que, según Gil (1994), cobija cada vez más a los docentes, debido al descubrimiento de numerosos errores por parte de los agentes involucrados en la relación enseñanza/aprendizaje, tales como: la escasa efectividad de la enseñanza habitual en los distintos dominios científicos; los hábitos, actitudes, concepciones e ideas previas, de sentido común, poseídas por los docentes y estudiantes. A este listado, se suma el conformismo de los educadores acompañado de una pobre reflexión acerca de la enseñanza impartida, considerando que sus experiencias y concepciones son más que necesarias para



un eficaz desarrollo de su labor (Guisasola, Gras-Martí, Martínez-Torregrosa, Almudí & Becerra, 2004). Un ejemplo de esta problemática se refleja cuando Salinas (2013) parafrasea a Douglas (2006):

Es evidente que la física como área de conocimiento se ha enseñado de manera tradicional y de acuerdo con Douglas (2006) ha estado signada por diversas tendencias, entre las cuales se pueden destacar propuestas de innovación, algunas de ellas fundamentadas teóricamente, otras responden a intuiciones muy generalizadas, a un “pensamiento docente espontáneo” que impone sus “evidencias” y escapa así a la reflexión crítica. (p.12).

Marqués (1999) argumenta que las operaciones mentales, análisis y síntesis, que aparecen dentro de un proceso de aprendizaje pueden potenciarse a través de criterios o competencias reflejadas a través de instrumentos o actividades (Esteve y Arumi, 2005)

De lo anterior y a partir de nuestras experiencias como estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Física, y además de observaciones realizadas en nuestra práctica pedagógica, consideramos que es propicio crear una cultura en los espacios educativos y de formación en los cuales estudiantes y docentes se centren en el qué y el cómo se aprende, es decir, desarrollar procesos de pensamiento en los cuales los estudiantes no perciban la física como un conjunto de fórmulas matemáticas que se aplican según los datos que se tienen para resolver determinada cuestión, sino que relacionen las fórmulas con hechos naturales o empíricos. Así, vemos necesario implementar un conjunto de actividades que promuevan un aprendizaje colaborativo, en el que los estudiantes compartan y discutan sus ideas e interaccionen entre sí y con el profesor de un modo espontáneo y natural permitiendo un

aprendizaje constructivo que ayude a aprender de forma más significativa y colaborativa (Rojas, Oviedo & López, 2011).

Es por ello que se pretende potenciar en los estudiantes la habilidad de análisis y síntesis a partir de la experimentación; habilidades que permitirán descomponer un todo, en este caso la actividad experimental, y desarmarlo en partes para generar un aprendizaje más significativo a partir de la reflexión, que conlleve a la construcción de un nuevo todo: la síntesis. Con estas operaciones mentales se pretende desarrollar procesos de pensamiento que permitan dejar a un lado la enseñanza por transmisión-recepción y que conlleve a otras posibilidades de producción y construcción del conocimiento según lo planteado por Ausubel y Freire en párrafos anteriores.

## **1.2. Justificación**

El presente trabajo de investigación está centrado en las operaciones mentales (OM) análisis y síntesis que, según ampliaremos más adelante, pretenden que el estudiante reconozca su contexto y pueda diferenciar las características relevantes e irrelevantes del mismo, descomponer y entender la realidad que lo rodea y estar preparado para afrontar problemáticas partiendo de sus conocimientos previos y a su vez generar deducciones y soluciones para enfrentarlas.

Como lo señala Pérez (2012), las OM están en función del contexto, el cual envuelve al sujeto en una problemática. Además, Herrera (2009), sostiene que “las operaciones mentales, unidas de un modo coherente, dan como resultado la estructura mental de la

persona” (p.1); idea que tiene concordancia con lo planteado por Feuerstein (1986) quien las define como “el conjunto de acciones interiorizadas, organizadas y coordinadas, en función de las cuales llevamos a cabo la elaboración de la información que recibimos” (p.106).

Atendiendo a lo anterior, dado que según López (2007) y Rosell & Paneque (2009) es necesario apuntar a métodos de enseñanza integradores y participativos tanto para los educadores como para los estudiantes y dejar de lado la clase que se torna en monólogo docente, se hará uso de la argumentación como insumo discursivo para abarcar las OM. Este proceso, la argumentación, toma sentido si se utiliza como herramienta mediadora entre las construcciones del estudiante y la postura del maestro, debido a que el estudiante puede ser participativo en la construcción y desarrollo de ideas, planteando su postura frente a los conceptos que se desean tratar, generando así posibilidades de metacognición en el estudiante (Barros, 2013). A su vez, las OM aportan a la constitución de habilidades argumentativas, pues como afirma Gamboa (2012):

un sujeto que está en posición de evaluar un argumento realiza un conjunto de operaciones mentales y de conciencia que lo llevan a dos resultados: una estructura del argumento y, a partir de ella, un valor de plausibilidad que manifiesta la adhesión, el rechazo o la indeterminación del sujeto frente al argumento dado (p. 20).

Por otro lado, autores como Vygotsky (1978), Piaget (1961) y Fleck (1986) defienden que el conocimiento no es una mera copia de la realidad, sino por el contrario una construcción mediada por factores sociales, los cuales consensuan dicho conocimiento, haciendo que el conocimiento no sólo se acumule sino también que cambie. Por esta razón,

en este trabajo se busca contribuir a prácticas de enseñanza mediante una perspectiva constructivista basada en la experimentación, dado que, desde nuestras experiencias de aula, comúnmente se trabaja la experimentación simplemente como una guía a seguir, una receta, y no como una oportunidad de construcción para el estudiante, donde éste tenga la posibilidad de analizar y sintetizar comportamientos que le permitan relacionar lo concreto, lo conceptual y lo simbólico.

Igualmente, en la experiencia formativa en la Licenciatura de Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia y en observaciones realizadas durante la práctica profesional, que se realizó inicialmente en la I. E. José Acevedo y Gómez y finalmente en la Institución Educativa Fe y Alegría Aures, ha sido posible percibir el laboratorio de física, en la mayoría de los casos, como una experiencia idealizada y repetitiva, por lo cual se hace necesario buscar la forma de convertirlo en un espacio de construcción de conocimiento y de desarrollo del pensamiento, en el que se le permita al sujeto ser partícipe de las actividades llegando a consensos sobre determinados fenómenos físicos, en este caso los relacionados con la electrostática y la noción de campo eléctrico.

Así, teniendo en cuenta que la experimentación es uno de los fundamentos de este trabajo y que este ha sido crucial para nuestra formación, se hace necesario destacar e implementar en las prácticas de laboratorio, el aprendizaje por descubrimiento, que como lo señala Bruner (1966) permite al estudiante aprender por medio del descubrimiento guiado durante la exploración motivada por la curiosidad. En este aprendizaje el profesor no explica el problema: brinda las herramientas y el material a los estudiantes para estimular procesos

cognitivos que contribuyan a descubrir cómo funciona algo de forma activa. Bruner llama al material brindado a los estudiantes como el andamiaje. Para Bruner este tipo de aprendizaje permite superar limitaciones en el aprendizaje mecanicista, estimular suposiciones intuitivas que pudiesen confirmar sistemáticamente, potenciar estrategias metacognitivas y el aprender a aprender y por último estimular la autoestima y la seguridad.

Lo anterior pretende conectar con las operaciones mentales mencionadas en este trabajo, para fomentar la construcción del conocimiento y mejorar las habilidades cognitivas del estudiante y tratar que la experimentación o las prácticas de laboratorio sean de importancia para el desarrollo del pensamiento y, a su vez, sean vistas como propuestas constructivistas que transforman la enseñanza de las ciencias.

Además, consideramos que mediante la experimentación la persona puede interactuar con el concepto y el fenómeno mismo, es decir, que existe la posibilidad de relacionar la teoría con la práctica, lo conceptual con lo real. Esto es debido a que la experimentación permite dar sentido a las ecuaciones al comprender cada componente de éstas, visualizar de forma clara aspectos que en la teoría se pueden tornar difusos. Así la experimentación, como plantea Segura (1993), permite validar y corroborar los enunciados teóricos. Por ejemplo, un determinado concepto se puede encontrar en libros, con sus respectivos ejercicios, y quien lo aborde podrá comprender dicho concepto, pero mediante la experimentación la persona podrá interactuar con la esencia del concepto, con el fenómeno mismo.

Por estas razones, consideramos que la experimentación puede favorecer la construcción de aprendizaje desde lo teórico y el desarrollo de ciertas operaciones mentales,

entre las cuales se encuentran en nuestro interés el análisis y la síntesis, pues en cuestión de aprendizaje, es más significativa la interacción con lo que se quiere aprender, que lo que se lee o se escucha de terceros acerca del tema. Estas operaciones, por su parte, son procesos fundamentalmente articulados a la argumentación, según se verá más adelante, lo que deviene en importantes aportes a la calidad de las experiencias con laboratorios de física. Esto permitirá, desde el desarrollo de dichas operaciones, que el estudiante se involucre cada vez más en la evolución de la actividad experimental y poder llegar a sus propias conclusiones teóricas.

No obstante, en ocasiones la experimentación no genera reflexión, quedando en un segundo plano el proceso propuesto para el aprendizaje y lo que puede llegar a alcanzar cognitivamente el estudiante. Según Velarde (2008), Feuerstein recoge aspectos relevantes de los postulados de Vigotsky, en los que afirma que “las condiciones materiales y sociales hacen que el aprendizaje se convierta en una internalización progresiva de instrumentos mediadores” (p. 209); por tanto, se le debe dar mayor importancia a todo el proceso de la experimentación en física con el fin de generar una reestructuración cognitiva.

Por tal razón, este trabajo investigativo busca indagar sobre la necesidad de convertir el aula de clase en un espacio de interacción con el medio, es decir, convertir la clase tradicional de física en un taller de física, una clase experimental, que permita al estudiante argumentar, discutir y criticar sobre lo que está aprendiendo, desarrollar sus capacidades cognitivas mediante el planteamiento de interrogantes y que pueda relacionar lo que aprende con su contexto. Así, pues, la investigación se enfocará en la introducción del concepto a

partir del experimento, es decir, considerar necesaria la actividad experimental para poder llegar a la conceptualización tanto matemática como explicativa del fenómeno, por medio de la articulación de las operaciones mentales con los procesos argumentativos que se generen dentro de dicho espacio.

A partir de lo antes mencionado y particularizándolo a la temática que aborda esta investigación, se considera que el concepto de campo eléctrico es algo abstracto y difícil de comprender sólo a partir del uso de la teoría, sobre todo en estudiantes de básica y media, pues como menciona Guisasola y Zubimendi (2003, p.4) en la enseñanza del electromagnetismo hay dificultades que van desde la estructura de los contenidos hasta la mala interpretación del estudiante en cuanto a la teoría, a tal punto que los estudiantes tienden a ser memorísticos y no críticos.

Así, teniendo presente que el estudio de las ciencias se extiende a todos los rincones de nuestra sociedad, tanto directa como indirectamente, es necesario abarcar una investigación que nos permita recoger insumos para la enseñanza de una física contextualizada a partir de adecuadas competencias cognitivas (desarrollo del pensamiento), es decir, relacionar el estudio de las ciencias con el contexto social de la cultura y ambiente que lo cobija. Para esto, el presente trabajo investigativo se plantea el siguiente interrogante:

¿Cuál es la incidencia de actividades didácticas basadas en la experimentación en electrostática y la noción de campo eléctrico sobre operaciones mentales (análisis y síntesis) de estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Fe y Alegría Robledo Aures?



### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. General.

Analizar la incidencia que actividades didácticas basadas en la experimentación en campo eléctrico y electrostático tienen sobre operaciones mentales de estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Fe y Alegría Aures.

#### 1.3.2. Específicos.

- Clasificar actividades de experimentación que permitan el desarrollo de las operaciones mentales análisis y síntesis.
- Evidenciar posibles relaciones entre los procesos de pensamiento de los estudiantes y la mediación intencionada desde actividades de experimentación en física.
- Diferenciar fortalezas y debilidades que las actividades experimentales (en el caso del campo eléctrico y la electrostática) tienen para el desarrollo de las operaciones mentales de los estudiantes participantes.



## 2. Marco teórico

### 2.1. Referente pedagógico

**2.1.1. Elementos del Constructivismo.** En el constructivismo se concibe al estudiante como un ser activo dentro de su proceso de aprendizaje, siendo el protagonista en la construcción de su conocimiento. Por esta razón se reconoce una evidente articulación entre este referente constructivista y la experimentación: ambas son la base fundamental del presente trabajo para un adecuado desarrollo de las operaciones mentales que se pretenden alcanzar. Son muchos los autores que han aportado al desarrollo de esta corriente, enriqueciendo así la teoría del constructivismo en el ámbito educativo. A continuación, se presentan algunas de las ideas más importantes de dichos autores:

- Vygotsky (1978) argumenta que el proceso de aprendizaje está condicionado por la cultura en donde nos desarrollamos, es decir, dependiendo del contexto del estudiante.
- Piaget (1999) señala que el aprendizaje es una reorganización de estructuras cognitivas, y la consecuencia de los procesos adaptativos al medio, la asimilación de conocimientos y la acomodación de estos en las estructuras.
- Carretero (1997) se refiere al constructivismo como la filosofía que mantiene firme la idea de que el sujeto (en su aspecto cognitivo, social, comportamental

y afectivo) es el resultado de la interacción entre el factor interno o disposiciones propias del individuo con el medio o sector circundante. Para cualquier modelo constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción permanente del ser humano. Las herramientas que facilitan al individuo dicha construcción son los esquemas que ya posee, es decir, lo que ya construyó en su relación con el medio; donde el ser humano evoluciona en sus dimensiones políticas, culturales y sociales.

Una coincidencia importante en los anteriores postulados es que el modelo pedagógico constructivista parte de los saberes acumulados y conceptos previos; los sentimientos, valores, intereses y las relaciones interpersonales son básicos en todo el proceso educativo en el que el maestro cumple el papel de facilitador del aprendizaje.

Con lo dicho anteriormente, también es necesario resaltar ideas que sustentan la importancia de que el estudiante construya sus propios saberes de una forma crítica, como lo plantea Vargas (2012) quien afirma que, en términos pedagógicos, la formación es

*empoderamiento del sujeto. Se trata de que cada quien se tome por sí mismo la responsabilidad del mundo, su sentido; pero, simultáneamente, para que ello ocurra, es imperativo que cada quien ejerza la crítica de todo lo dado por la tradición. (p. 49).*

Como se verá más adelante, este modelo pedagógico, con sus presupuestos teóricos y epistemológicos establecen un sustento fundamental para las intervenciones que se realizaron en el aula, en especial porque: se asume una concepción del estudiante como agente activo, se resalta la importancia del contexto y del maestro como mediador, tanto

como las estructuras cognitivas del sujeto; en función de estas últimas se lleva a cabo la elaboración de la información que el estudiante recibe, aspecto de especial interés en este proyecto en relación con el desarrollo de las operaciones mentales.

**2.1.2. Operaciones mentales.** Según Huit y Hummel (2003), el término operación definido desde una postura Piagetiana, representa una acción mental que sigue unas reglas lógicas y apunta al desarrollo cognitivo. Piaget (1964) define las operaciones mentales como una “acción interiorizada que modifica el objeto de conocimiento” (p.8) y Feuerstein (1980) complementa dicha definición, sugiriendo que son el "conjunto de acciones interiorizadas, organizadas y coordinadas, por las cuales se elabora la información procedente de las fuentes internas y externas de estimulación" (p.106).

Hartman, en un artículo sobre el método científico de análisis y síntesis, comparte que:

*En la lógica, Kant elabora la teoría del conocimiento cartesiano-leibniziana. La tarea principal de la lógica, nos dice, es hacer distintos los conceptos claros. La primera etapa de la perfección de nuestro conocimiento de acuerdo con la cualidad es su claridad. La distinción es una segunda etapa y un grado más alto de claridad. Consiste en la claridad de los atributos. Existen dos métodos alternativos para aclarar los conceptos, la distinción sintética y la analítica caracterizadas por las dos alternativas: “hacer un concepto distinto” y “hacer distinto un concepto”. “Cuando hago un concepto distinto, empiezo por las partes y paso de ellas al todo. (...) Este procedimiento sintético en la aclaración de los conceptos se usa en las matemáticas y en la filosofía natural... Por otra parte, cuando hago distinto un*

*concepto, mi conocimiento no aumenta para nada con respecto al contenido por el mero análisis". (pág. 51)*

De esta manera, se podría concluir que desde la postura de Kant en la teoría del conocimiento se resalta la importancia de las OM trabajadas en el presente trabajo, al sustentarse la importancia de la síntesis como procesos pues abarca a su vez el análisis, es decir, para desarrollar la operación mental de síntesis es necesario que haya primero un análisis mientras que, para que se desarrolle la capacidad de análisis no es necesario el desarrollo de la síntesis. Pues sólo a partir de la síntesis se dará una verdadera transformación conceptual y por lo tanto metacognitiva del conocimiento.

De acuerdo con lo planteado por Morales (2013), las operaciones mentales análisis y síntesis son procesos que permiten el estudio de problemas o realidades complejas. Además, define el análisis como un proceso que permite descomponer los problemas a tal punto de reconocer características primordiales que lo conforman y establecer relaciones entre dichas características; de manera más sucinta, es la operación mental que permite la separación de un todo en las partes que lo componen. Por otra parte, define la síntesis como un proceso que consiste en reunir partes o elementos y organizarlas de una manera específica para generar un nuevo todo o dicho de otra manera, es la operación mental encargada de reunir las partes de un todo para generar una unidad.

Estas definiciones van en concordancia con los planteamientos de Gómez, Cruz, Acosta y Martínez (1998) quienes proponen:

Análisis como la forma de pensar acerca de un mismo conjunto de procesos racionales, es decir, de percibir la realidad. Dice que implica la separación de un todo en sus partes, sin perder la relación entre ellas y sus cualidades generales. Es la capacidad de afrontar situaciones complejas, separando esta en patrones reconocibles.

Síntesis como la forma de percibir la realidad que permite a través de un proceso integrar para formar un todo significativo, este se complementa con el análisis y viceversa. Es el proceso por el cual se integran elementos, relaciones o partes para formar o reformar significados.

Morales (2013) también afirma que estos procesos son opuestos y complementarios entre sí, pues en el momento en el que un análisis termina, marca el inicio de un proceso de síntesis. Por otro lado, estas OM se desarrollan de manera similar y apuntan a los mismos propósitos: comprender la realidad a través de procesos de construcción y descubrimiento, que permiten desarrollar nuevos conocimientos.

Siguiendo los aportes de estos autores, análisis y síntesis pueden ser desarrolladas a partir de actividades ligadas a la interpretación o la toma de decisiones, por ejemplo, lecturas, discusiones grupales, prácticas de laboratorio, entre otras.

Es por lo anterior que se decide para esta investigación hacer uso de un proceso de razonamiento, entendido aquí como argumentación pues, como sustentan algunos autores (Plantin, 1996, Salazar y Yunes, 2004), es un proceso discursivo donde se evidencia la profundidad que se tiene sobre algún contenido y cuyo objetivo es convencer, persuadir

mediante argumentos que sean verificables. Esto va en concordancia con lo planteado por Cros (2003) quien define la argumentación como “una actividad discursiva orientada hacia la finalidad de influir sobre las creencias, los valores, las actitudes, los conocimientos de los destinatarios, con tal de modificarlos, si es necesario, y ponerlos de acuerdo con los del enunciador” (p. 13-14):

Sin embargo, ¿cuál es la relación entre argumentación y las operaciones mentales de análisis y síntesis? Según Gamboa (2012), cuando parafrasea a Toulmin, la argumentación se compone de:

- Una afirmación o conclusión que requiere ser aclarada o sustentada, es decir, que no es por sí misma evidente.
- Unos datos, que son elementos justificatorios, información factual, particular y explícita en el discurso que sustenta el argumento.
- Unas garantías, que son reglas, principios, enunciados, o afirmaciones de carácter general que permiten establecer una relación de legitimidad entre los datos y la conclusión.
- Calificativos o matizadores modales, que indican la fuerza conferida por la garantía en el paso de los datos a la conclusión, y

- Condiciones de excepción o de refutación, que se usan en circunstancias en que la garantía no aplica.

Refiriéndonos a la argumentación, en el empleo de operaciones mentales de análisis y síntesis con los estudiantes participantes en este trabajo, no pretendemos que presenten argumentos siguiendo silogismos o reglas; más bien argumentos sustantivos, es decir, aquellos donde hagan explícito sus argumentos mediante pasos, características, creencias, que en primera instancia dependen del contexto o campo en el que se desenvuelvan sin pretender que lo que enuncien o concluyan tenga validez universal. Para justificar lo anterior, Kuhn (2005) expresa que los participantes en un discurso argumentativo requieren de habilidades cognitivas para juzgar y seleccionar la respuesta más adecuada o efectiva.

## 2.2. Referente didáctico

**2.2.1. El constructivismo: implicaciones didácticas.** Para tratar de generar una mayor reflexión en el aula, en el diseño y ejecución de las actividades, se incentivó ampliamente la autonomía e independencia del estudiante frente al conocimiento y su aprendizaje. Esto se logró permitiendo el propio cuestionamiento sobre el comportamiento de los fenómenos observados en las actividades realizadas, a partir de una mediación intencionada que consistió en generar más preguntas orientadoras, propiciando la menor información posible. En relación con lo anterior está en correspondencia una concepción constructivista del aprendizaje escolar que, como lo expresa Díaz (2004), tiene la finalidad de promover el crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que

pertenece y mediante el suministro de ayuda específica, la participación del alumno en actividades intencionadas, planificadas y sistematizadas propiciando actividad mental.

**2.2.2. La actividad experimental como modelo didáctico constructivista.** Como se expuso previamente, Morales (2013) y Gómez et al. (1998), para desarrollar las OM, se hace uso de actividades. Para esta investigación se ha escogido la experimentación y las actividades de laboratorio como esas actividades que permiten el desarrollo de dichas OM, para este caso análisis y síntesis. Estas actividades miradas desde posturas como la de Romero y Aguilar (2012), son un proceso argumentativo para la construcción del conocimiento, donde se le permite al estudiante una participación activa, en la que puede construir sus explicaciones (análisis), que luego puede comunicar en sus conclusiones (síntesis).

Tenaglia et al (2011) argumenta que las actividades experimentales permiten al estudiante una reflexión profunda acerca del fenómeno trabajado, elaboración y planificación de explicaciones, elaboración de conclusiones, comparación de sus propias ideas con las ideas planteadas por la actividad, además de posibilitar un pensamiento propio en función de los modelos propuestos por la experiencia que se realiza. Todo lo anterior, es fundamental en el aprendizaje de las ciencias.

Además, Tenaglia et al (2011) señala la importancia de un diseño adecuado de las actividades experimentales de tal forma que faciliten un aprendizaje más propicio que permita una adecuada elaboración de ideas, hipótesis, conclusiones, un análisis acertado



acerca de las diversas alternativas de solución y que permitan un apropiado despliegue de elaboraciones mentales.

Completando lo anterior, desde una postura Kuhniana (Iglesias, 2004), la actividad experimental se enmarca en una postura practico- abstracta, donde el conocimiento es desarrollado a través de las evidencias empíricas, donde lo que se quiere es “pensar la práctica”; esto último se refiere al hecho de construir explicaciones a fenómenos, que no necesariamente van acorde a los modelos conocidos.

Dicho esto, se puede concluir que el fin de una actividad experimental siempre será desarrollar en el estudiante esa capacidad de reflexionar con profundidad los comportamientos de los fenómenos trabajados, analizar cada aspecto visible y no visible que se puede presentar para así llegar a conclusiones de veracidad que aporten a una adecuada formación del conocimiento.

Comprendido esto, en el presente trabajo, estas posturas llaman la atención frente a dos aspectos relevantes: en primer lugar, la experimentación, comprendida como eje de reflexión que obliga a buscar caminos distintos para razonar más que comprobar o verificar una teoría; esto puede fácilmente relacionarse con procesos abiertamente enmarcados en el constructivismo. En segundo lugar, el desarrollo del pensamiento, en especial las operaciones mentales de análisis y síntesis, deben partir de la conciencia o interiorización por parte de los estudiantes, del reconocimiento crítico y empoderamiento del sujeto en su propio aprendizaje, generando ideas que permitan la construcción de conceptos y donde no haya un desligamiento entre pensar y hacer.

La implementación de actividades experimentales es una estrategia de enseñanza que permite el trabajo activo y participativo del estudiante, deriva en un aprendizaje que puede construirse a través de la participación y el trabajo constante, al ser un proceso que lleva a los estudiantes a realizar cosas y a pensar en esas cosas que realizan (Bonwell & Eison, 1991). Además, la incidencia de dichas actividades experimentales permite al estudiante estar en constante relación con el desarrollo de sus procesos cognitivos.

Con el fin de retomar la relación entre la teoría y la experimentación que se ha venido configurando desde la segunda mitad del siglo XIX, que permitió establecer una nueva mirada para la física, diferente a la clásica, donde sólo se tiene una perspectiva inductiva y deductiva, el experimento y las actividades experimentales no pueden ser vistas sólo como un apoyo para la teoría o como una herramienta verificadora de esta, sino que se tiene que abarcar como una dimensión aparte y de igual valor que la teoría, una dimensión compleja y dinámica que permite la construcción de conocimiento (Malagon, 2014). Es por esto que uno de los ejes principales en esta investigación es la experimentación, que se entiende aquí como una herramienta útil para la enseñanza, siempre y cuando se tenga un referente teórico claro y bien estructurado, porque “sería casi impensable diseñar un experimento si no es desde algún enfoque conceptual o teórico” (Malagón, 2013).

En consecuencia con lo anterior, Romero (2013) expresa que cuando una actividad didáctica tiene como su centro la experimentación, esta se puede caracterizar de dos maneras: la primera manera le da un énfasis disciplinar, donde a través de situaciones empíricas se puede demostrar la veracidad de algún enunciado teórico; la segunda otorga un énfasis

didáctico, donde se parte de las ideas que tienen los estudiantes sobre un determinado fenómeno para luego comprobarlas a través de la contrastación empírica y entonces mostrarle a los estudiantes qué tan acertados o equivocados estaban. Teniendo en cuenta estas caracterizaciones se podría afirmar que la experimentación cumple dos papeles: el primero es dejar en claro que a través de la práctica se puede obtener la demostración de enunciados teóricos y segundo lugar sorprender al estudiante, para luego traducir dicha sorpresa en motivación para el aprendizaje.

¿Dónde queda entonces la relación del experimento con el desarrollo de operaciones mentales? Iglesias (2004) nos dice que

*La ciencia, y en general todo tipo de conocimiento, está formada por una dicotomía entre el pensar y el hacer, llamada normalmente relación entre teoría y experimento, y que a su vez plantea una dicotomía entre el mundo del pensamiento y el mundo de lo que entendemos por realidad o naturaleza (p.107)*

Consideramos en este sentido el hacer relacionado con el acto experimental y la cotidianidad, el pensar con el desarrollo del pensamiento; en concordancia, las operaciones mentales de análisis y síntesis permitirán mediar la dicotomía entre el pensar y el hacer y evidenciar posibles relaciones entre procesos de pensamiento, la mediación del docente en actividades experimentales como también las fortalezas y debilidades que las actividades tienen para el desarrollo del pensamiento.

**2.2.3. Reflexiones sobre la enseñanza de la electrostática.** Existen muchas e interesantes aproximaciones a la definición física de la noción de carga eléctrica y campo eléctrico (Alonso y Finn, 1970; Hewitt, 2004; Sadiku, 2000; Serway y Beichner, 2001) a las cuáles es posible acceder. Para este trabajo, teniendo en cuenta un claro enfoque constructivista, definir y hacer explícito estos conceptos representa algunas posibles inconsistencias, porque busca trascenderse las perspectivas didácticas que asumen la ciencia como un cúmulo de saberes terminados e inmodificables (Romero, 2013), entrando al terreno de lo memorístico y tradicional; para ilustrar este asunto Iglesias aporta fundamento filosóficos críticos frente a la ciencia que cuestionan la concepción heredada y la ciencia como acumulación de conocimiento científico.

Iglesias (2004) expresa que Carnap y Popper tenían una concepción de la ciencia o del conocimiento científico como acumulativos, es decir, a través de la historia los conceptos prevalecen; sin embargo, desde otra perspectiva se establece la categoría de concepción heredada que Kuhn propuso para explicar la concepción alterna de la ciencia como histórica dejando de verla como acumulación de teorías que se sustituyen automáticamente. Si las concepciones heredadas se arraigasen en los sujetos, éstas contribuirían a cánones universales de pensar o razonar pues, como lo señala Perez Ransanz (1999), un predominio de las cuestiones lógicas minimiza el papel de los sujetos. De lo anterior, y desde el punto de vista de los investigadores de este proyecto, es pertinente contribuir a que las concepciones heredadas no se arraiguen e impidan el desarrollo del pensamiento.

Para ilustrar un poco el concepto de la concepción heredada en términos de la carga eléctrica, por ejemplo, algunos textos exponen que existen cargas eléctricas positivas y negativas; lo anterior es una convención, es un concepto heredado que algunos estudiantes (y los científicos en la historia) adoptan como cierto: no hay nada de positivo y negativo en las cargas eléctricas, más bien los cuerpos evidencian carga eléctrica, lo que se determina, por ejemplo, mediante un electroscopio, y presentan cualidades o características que conforman dos clases disyuntas. Para el presente proyectos es importante que el estudiante construya, utilice sus OM de análisis y síntesis en las diferentes actividades propuestas, no bajo el interés de determinar si sus argumentos son verdaderos o falsos desde el punto de vista de la ciencia formal (téngase en cuenta el proceso argumentativo según Toulmin expuesto anteriormente), sino bajo el interés de reconocer el proceso de construcción, la conciencia en el uso de operaciones mentales y la reflexión que se genera.

### 3. Metodología

La investigación fue realizada en la Institución Educativa Fe y Alegría Aures, una institución de carácter oficial ubicada en el barrio Robledo Aures 2 de la comuna número 7 de la ciudad de Medellín. Ofrece un servicio de formación en los niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, Media Académica y Media Técnica. Es una institución mixta, que atiende un promedio de 900 alumnos, en jornadas de mañana y tarde. Un Preescolar y 10 grupos de primaria, en la mañana y, en la tarde, un preescolar y 11 grupos de secundaria, para un total de 23 grupos.

Dicha investigación, se realizó en el grado décimo en cooperación de la docente del área de tecnología e informática. Este es el único décimo que actualmente cursa en la institución. La investigación con este grupo dado que es la primera promoción que se graduará con el título de bachiller con media técnica en electricidad, lo que es un plus que nos motiva a trabajar, pues su objetivo de estudio se relaciona estrechamente con el componente disciplinar propuesto por la investigación. Además, de un grupo de aproximadamente 35 estudiantes, donde no están obligados a ver el curso de media técnica, solo unos 15 alumnos lo hacen, lo cual nos permitió hacer un trabajo más personalizado. Y segundo, que los estudiantes fueran la primera promoción con dicho énfasis fue una motivación extra ya que de cierta forma esto nos permitió ser los iniciadores en el conocimiento sobre conceptos de electricidad.

Se debe aclarar que la media técnica mencionada va de la mano con el área de tecnología e informática y por tal motivo las prácticas fueron llevadas en dicha clase con la

profesora cooperadora. Además, la Institución Educativa Fe y Alegría Aures es una institución que alberga estudiantes que viven entre los estratos 1 y 2, algo que de cierta forma y con ayuda de los diarios de campo, permitió evidenciar que la mayoría de la población es menor de edad y viven en un contexto social deprimido, albergado por la guerra entre combos, con menores de bajos recursos con necesidad de trabajar de manera informal en el colegio mismo, bajo autorización de las directivas, para poder ayudar económicamente en su hogar. Muchos de los estudiantes viven en familias disfuncionales con dificultades muy particulares, lo que puede tener repercusiones en los resultados de la investigación, pues el aprendizaje no se presenta igual en un niño que cuenta con sus tres platos de comida al día y que no se tiene que preocupar por la economía de su hogar al niño que sí lo debe hacer y que además de esto cuenta con muchos más inconvenientes.

Como ya se ha dicho anteriormente, es de suma importancia para el docente reflexionar sobre las problemáticas que recaen sobre la realidad educativa actual y una de esas problemáticas, y que debería llamar la atención de todos los educadores, es la forma en cómo el estudiante aprende y se desarrolla en el ámbito académico. Con base en lo anterior, se ha escogido para este proyecto el enfoque metodológico de la investigación acción educativa, pues como plantea Sagastizabal (1999), éste permite acercar al docente a las complejidades que posee la práctica pedagógica con el fin de generar conocimientos y para luego transformar dicha práctica; este enfoque metodológico permite al docente observar críticamente la realidad educativa y otorga a éste herramientas para la recolección de información sobre el contexto pedagógico; herramientas que, si se analizan de manera reflexiva, permiten generar soluciones a las problemáticas de la educación, haciendo que el

rol del docente cambie, dándole la tarea no sólo de enseñar sino también de investigar y generar soluciones para la educación.

La selección de este enfoque metodológico también se hace por el hecho que la investigación acción, según Sagastizabal (1999), permite al investigador, en este caso el docente, hacer parte del entorno que va a ser estudiado, lo que permite tener una mirada profunda sobre el contexto y los sujetos; además genera un enriquecimiento en la formación del docente generando en este una postura crítica y auto reflexiva sobre el quehacer docente. Según Sagastizabal (1999), "una investigación educativa que no pretenda la transformación de la práctica escolar no tendría razón de ser"; con la investigación acción pretendemos transformar nuestra práctica, mejorarla y producir cambio social, por lo menos en el contexto específico de la institución participante.

Se elige este enfoque de investigación porque la transformación de la realidad escolar puede fundamentarse en una perspectiva constructivista de la didáctica y que mediante el descubrimiento y la investigación, los investigadores como los participantes, transformen para bien su contexto o sus prácticas. Además, este enfoque le permite al investigador desarrollar una postura crítica, pues como plantea Sagastizabal (1999), le permite a este combinar aplicaciones de metodologías cualitativas y cuantitativas, con lo que puede obtener distintas percepciones acerca de la realidad estudiada. El docente investigador, a través de este enfoque, cuenta con el acceso a métodos de diferentes metodologías, métodos que le permitan observar, analizar y comprender aspectos contextualizados de la realidad que lo



rodea, además permite realizar comparaciones, que miradas desde lo cuantitativo pueden arrojar comprensiones en la información obtenida.

En cuanto a la investigación acción se retomará la idea planteada por Murillo et al (2010) cuando citan a Kemmis (1984), al entenderla como:

*Una forma de indagación autorreflexiva realizada por quienes participan (profesorado, alumnado o dirección, por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo) (p. 4).*

La investigación-acción educativa, como afirma Murillo et al (2010), es empleada para representar un conjunto de actividades que son llevadas a cabo por el profesorado dentro del aula, con el propósito de lograr un autodesarrollo en su ámbito profesional y mejorar aspectos educativos como lo son el currículo, las políticas y programas educativos, de lo anterior, se considera a la investigación acción educativa como instrumento de cambio social y educativo.

Por otra parte, Rojas, Oviedo y López (2011) proponen que una estrategia didáctica debe de lograr “un aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales, un desarrollo de habilidades cognitivas y por consiguiente un rendimiento académico significativamente superior al adquirido con la metodología tradicional” (p.27). Ahora bien, para este trabajo, las actividades experimentales en electrostática y campo eléctrico serán

dicha estrategia didáctica y como se mencionó anteriormente, estas actividades serán el recurso para el desarrollo de las OM pretendidas en la investigación, con el fin de determinar los niveles reales y potenciales que pueden tener o alcanzar los estudiantes desde las operaciones mentales; dichas actividades estarán compuestas por una actividad experimental de tipo cualitativa, que pretende, a través de unos criterios y preguntas, poner en juego las OM de los estudiantes para luego hacer uso de la argumentación, con la cual explicará los fenómenos del montaje experimental, a través de su propio lenguaje y sus propias observaciones.

De esta manera, la metodología propuesta es pertinente para la pregunta de investigación puesto que, a través de la investigación acción y el estudio de las incidencias de operaciones mentales se puede obtener información acertada para la construcción de espacios apropiados para la enseñanza de la física y además, nutrir la postura crítica del docente, de nosotros como futuros docentes y de los alumnos.

### **3.1. Propuesta de intervención en el aula**

Con el propósito de caracterizar los conceptos de electrostática y campo eléctrico se propusieron varios momentos experimentales, con la intención de profundizar en los conceptos de análisis y síntesis, ya fuera de forma explícita o implícita. Fue necesario que para pasar de una experiencia a otra se generara una discusión y un consenso de lo observado, que permitiera al estudiante explotar sus capacidades cognitivas y generar conclusiones y una postura crítica acerca de lo estudiado.

Las actividades experimentales que se realizaron estuvieron constituidas por tres etapas, cada una con un propósito tanto para el estudiante como para el docente, como se muestra a continuación:

MOMENTOS	PROPÓSITO DEL ESTUDIANTE	PROPÓSITO DEL DOCENTE
<b>I</b>	Comprender las bases necesarias para el desarrollo de la actividad experimental y su propósito en relación con las OM análisis y síntesis.	Enriquecer los conceptos del estudiante y establecer en este unas bases teóricas, Encaminar a los estudiantes al desarrollo de las OM.
<b>II</b>	Interactuar con elementos que le permitan visualizar fenómenos físicos e interpretar dichos fenómenos a partir de los criterios relacionados con las OM análisis y síntesis.	Guiar la actividad experimental de una manera que le permita al estudiante encaminarse al desarrollo de las OM.
<b>III</b>	Plantear conclusiones, dudas e inconvenientes que encontraron en la actividad experimental con el resto de sus compañeros, consensuar y debatir con sus pares mediante la argumentación, sin dejar de lado los criterios establecidos para el desarrollo de las OM.	Ser mediador en el debate generado por los estudiantes e interferir si es necesario para seguir construyendo el debate, a su vez identificar en el estudiante como este utiliza la argumentación e identificar las OM que ejecuta el estudiante en el momento.
<b>IV</b>	Tomar una postura crítica y reflexionar sobre lo aprendido.	Reflexionar sobre lo acontecido en la actividad experimental con el fin de identificar aspectos que nutran la investigación y los objetivos planteados.

*Tabla 1. Momentos en las actividades*

A continuación, se propone una descripción más amplia de las actividades propuestas:

La primera actividad (ver anexo 1) se orientó hacia explorar la capacidad de interpretación del estudiante, presentando una situación en contexto sobre los fenómenos electrostáticos. Se le pidió que presentara una situación similar. Se recogieron, por medio de preguntas, las apreciaciones que ellos tenían sobre los conceptos de análisis y síntesis. Finalmente, se les pidió realizar un proceso de análisis y síntesis del contexto planteado inicialmente.

La segunda actividad experimental (ver anexo 2) pretendió construir un electroscopio a partir de materiales de bajo costo accesibles a cualquier tipo de población. Dicha actividad contó con tres momentos. En primera instancia, se dieron pautas y herramientas para el diseño por parte de los estudiantes; luego, se preguntó por lo que en palabras de los estudiantes significa análisis y síntesis con la intencionalidad de hacerlos conscientes de dichas operaciones mentales; finalmente, se realizaron preguntas que, por medio de una mediación, llevaban a los estudiantes a realizar procesos de análisis, con criterios establecidos por los investigadores mismos y sobre las actividades diseñadas con el electroscopio.

La actividad 3 (ver anexo 3) propuso la realización de un montaje experimental para acercar a los alumnos a la noción de campo eléctrico. Como en la actividad anterior se les preguntó por definiciones de las operaciones mentales análisis y síntesis, esperando nuevas argumentaciones frente a dichas operaciones. Finalmente, a partir de ciertos criterios se les propuso resolver preguntas enfocadas a implementar estas OM.

Para la entrevista (ver anexo 4) se plantearon preguntas abiertas sobre la comprensión de fenómenos, empleo de las operaciones mentales y el reconocimiento de estas, procesos de pensamiento y mediación del docente, percepciones, como también aspectos negativos y positivos de las actividades. Una de las finalidades de la entrevista fue contrastar lo encontrado en las diferentes actividades propuestas y lo trabajado con los participantes en todo el proceso, además de analizar la incidencia que tuvieron las actividades experimentales

en la evolución y desarrollo de las operaciones mentales que se trabajaron; todo desde sus propias percepciones.

### **3.2. Consideraciones éticas**

Se hizo conscientes a los estudiantes que participaron que las actividades realizadas estaban enmarcadas en una investigación, pues como plantea Lipson (2002), la persona que va ser el sujeto a investigar, tiene que ser consciente de cuáles son los propósitos de dicha investigación, qué se pretende hacer con la información que se recolecte, con las conclusiones que se construyan, cuáles son sus derechos y deberes al ser partícipe de esta, también cuáles serán sus posibles riesgos y beneficios, además de tener en claro cuál será su rol y cuál será el rol del investigador. A los estudiantes se les hizo saber el propósito de dicha investigación a través de un consentimiento informado (*Ver anexo 6*). Luego de quedar claro, estos se comprometían a participar a través de sus firmas. En el transcurso del análisis de la información recolectada no se mencionarán nombres de los alumnos para proteger sus identidades.

### **3.3. Recolección de la información.**

La recolección de información se hizo principalmente a través de instrumentos denominados actividades (ver anexo 1, 2 y 3) que, según la perspectiva de Hernández, Fernández y Baptista (2006), se consideraran *Procesos sistemáticos* compuestos por

apartados enmarcadas en los enfoques cuantitativo (por el orden secuencial y probatorio que se desea en las actividades) y cualitativo (en términos de relacionar la información obtenida con una pregunta y serie de objetivos previamente establecidos). El carácter de estas actividades estaba enfocado en ver la incidencia de las OM en los estudiantes y para su complemento se aplicó una entrevista cualitativa (*ver anexo 4*), que en palabras de Hernández, Fernández y Baptista (2006) “Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)” (p.403). Según lo planteado por Mertens (2010), estas entrevistas, fueron de carácter de *opinión, conocimientos, expresión de sentimientos y antecedentes*, cuyo propósito fue contrastar la información obtenida y clasificada de manera cuantitativa con las apreciaciones y opiniones de los estudiantes, además de observar las apreciaciones y consideraciones que estos tenían respecto de las actividades realizadas.

En el desarrollo de esta investigación se utilizó también, como herramienta para la recolección de la información, los diarios de campo que, según Valenzuela y Flores (2012), arrojan datos que permiten acercar al investigador o investigadores a planificar y a tomar decisiones metodológicas. Cabe resaltar que estos autores expresan la importancia del diario de campo en una investigación, ya que aportan evidencia para validar el estudio. Para nosotros como investigadores, dichos diarios nos permitieron comprender paradigmas, modos de pensar y analizar el contexto de los participantes; con esta información nos apoyamos para la construcción de las diferentes actividades aplicadas y mejorar la agenda de las diferentes sesiones de clase.

### 3.4. Análisis de la información

Para el proceso de análisis se hizo uso del programa *Atlas. Ti*, programa que facilita el tratamiento de la información por bloques, categorías y familias, además de permitir la incorporación de información secuencial e identificar las categorías de información más saturadas y significativas para el trabajo. Este programa fortaleció la coherencia y rigor del proceso de análisis cualitativo y permitió arrojar esquemas, relaciones y gráficos que aportaron al desarrollo de conclusiones y resultados en este trabajo investigativo.

Ahora bien, para llevar a cabo dicho proceso se leyó y transcribió cada una de las fuentes de información (actividades y entrevistas realizadas por los estudiantes). Conforme las respuestas eran leídas e ingresadas al *Atlas.Ti* se clasificaban en categorías (dentro del programa, denominadas *códigos*) y que, en una primera revisión, permitieron agrupar las unidades de información (entendidas como bloques más pequeños y sólidos de datos) de acuerdo a niveles planteados para las OM, según los criterios propuestos por Gómez et al. (1998) y explicados en párrafos precedentes. Algunas respuestas de los estudiantes quedaron sin clasificar, para lo que se propusieron otras categorías, que serán explicadas en breve.

Según Woods (1995), las categorías pueden ser de carácter *emic* y *etic*, según partan de la voz de los participantes o de las posturas interpretativas del investigador. Las categorías del presente trabajo fueron de carácter *etic*, pues partieron de los criterios previamente establecidos, pero, a su vez, pretendieron recoger la voz de los estudiantes, lo que les otorgó un cierto carácter *emic*. Woods (1995) también diferencia categorías descriptivas de las sensibilizadoras, indicando que las primeras describen directamente las unidades de

información y las segundas agrupan un abanico de las categorías descriptivas. En el caso del presente trabajo, las categorías sensibilizadoras son llamadas aquí *familias* y el lector debe comprender que son categorías que recogen un conjunto de otras categorías. Éstas serán explicadas luego con más detalle.

Respecto de las categorías relacionadas con los diferentes niveles de análisis y síntesis, y que se explicarán más adelante, se realizó un proceso de triangulación entendida según Hernández, Fernández y Baptista (2006) como la técnica que brinda mayor credibilidad al producto de la investigación y que contrasta los diferentes orígenes de datos, investigaciones, teorías, entre otras. Es sumamente importante triangular la información o datos obtenidos pues según estos autores "la información aislada no contribuye a una comprensión del contexto del estudio a menos que se haya enriquecido a través de la triangulación" (p.195).

De esta manera uno de los investigadores leyó y codificó cada una de las categorías bajo su propio criterio, posteriormente un segundo investigador evaluó tal categorización desde su propio criterio y finalmente, el tercer investigador confirmó, también desde su criterio, la asignación de categorías realizadas mediante discusión y diálogo. Esto sugiere un nivel mayor de validez que si sólo lo hubiera hecho un investigador o los tres al mismo tiempo. Además, se contrastó la información recogida de las diversas fuentes.

Las respuestas ofrecidas por los estudiantes en las actividades propuestas serán clasificadas por niveles de análisis y síntesis, siguiendo a Gómez et al(1998). Los siguientes



cuadros (tabla 1 y 2), cuyo propósito es también establecer criterios para identificar los niveles de análisis y síntesis de la información recolectada, presentan dicha clasificación:

Nivel	Descripción
<b>I</b>	Reconoce y separa elementos de situaciones o problemas complejos, pero sin considerar características, cualidades y funciones, es decir, no se hace explícito o no se tiene claro un criterio de análisis. No hace relaciones
<b>II</b>	Reconoce y separa elementos de situaciones o problemas complejos según sus características, cualidades y funciones, es decir, hace explícito o tiene claro un criterio de análisis. No hace relaciones
<b>III</b>	Reconoce y separa elementos de situaciones o problemas complejos según sus características, cualidades y funciones, es decir, hace explícito o tiene claro un criterio de análisis. Si hace relaciones
<b>IV</b>	Representa situaciones organizadas de manera sistemática, atendiendo a características, cualidades y funciones y también a las relaciones entre éstas, pero lo hace consciente y lo reconoce como un proceso de análisis (alcanza procesos metacognitivos).

*Tabla 2. Niveles de análisis*

Nivel	Descripción
<b>I</b>	Identifica la o las ideas centrales de una situación, pero no las relaciona entre sí para deducir conclusiones.
<b>II</b>	Relaciona ideas centrales de una situación con otra para facilitar la comprensión, pero no deduce conclusiones
<b>III</b>	Extrae información relevante de las situaciones, relaciona ideas centrales de una situación con otra para facilitar la comprensión y deduce conclusiones
<b>IV</b>	Extrae información relevante, a través de un proceso que permite la formulación de conclusiones, pero lo hace consciente y lo reconoce como un proceso de síntesis (alcanza procesos metacognitivos).

*Tabla 3. Niveles de síntesis*

#### 4. Hallazgos y resultados

El siguiente esquema se hace con el propósito de resumir las familias y categorías encontradas durante el proceso de análisis de la información y que se ampliarán más adelante:

Familia	Categorías	Definición
Análisis I	Análisis I P1 Análisis I P2 Análisis I P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de análisis, según lo planteado por Gómez et al. (ver tabla 1) se encuentran en el nivel I.
Análisis II	Análisis II P1 Análisis II P2 Análisis II P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de análisis, según lo planteado por Gómez et al. (ver tabla 1) se encuentran en el nivel II.
Análisis III	Análisis III P1 Análisis III P2 Análisis III P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de análisis, según lo planteado por Gómez (ver tabla 1) se encuentran en el nivel III.
Síntesis I	Síntesis I P1 Síntesis I P2 Síntesis I P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de síntesis, según lo planteado por Gómez et al. (ver tabla 2) se encuentran en el nivel I.
Síntesis II	Síntesis II P1 Síntesis II P2 Síntesis II P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de síntesis, según lo planteado por Gómez et al. (ver tabla 2) se encuentran en el nivel II.
Síntesis III	Síntesis III P1 Síntesis III P2 Síntesis III P3	En esta familia, se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de síntesis, según lo planteado por Gómez et al. (ver tabla 2) se encuentran en el nivel III.
	Respuestas tautológicas	En esta categoría encontramos respuestas por parte de los estudiantes donde responden conceptos a partir de la definición misma o un equivalente.
	No hay coherencia	En esta categoría se encuentran las respuestas dadas por los estudiantes que no responden de ninguna manera a la pregunta realiza en alguna de las pruebas.
	No alcanza el nivel	En esta categoría se encuentran las respuestas dadas por los estudiantes, donde la información propiciada no es suficiente para enmarcarla en alguno de los niveles previamente establecidos.

Tabla 4. Familias y categorías encontradas en el análisis de la información

A continuación, se explican y ejemplifican las familias y categorías extraídas durante el análisis de la información y los hallazgos resultantes de su análisis, además, por el carácter cualitativo de la información, ésta debe presentarse de manera amplia para soportar la interpretación que se hace de los datos:

Familia *Análisis I*: en esta familia se encuentran las respuestas por parte de los estudiantes que, según lo planteado en la tabla (ver tabla 1), presentan respuestas que se encuentran en el primer nivel de análisis; es decir, respuestas en las que los estudiantes reconocen que analizar es separar elementos de situaciones o problemas complejos, pero no consideran características, cualidades y funciones como criterios relevantes y además no establecen claras relaciones. Para identificar con mayor claridad la fuente de la información, esta familia se organizó en tres categorías, correspondientes a este nivel: *Análisis I P1*, *Análisis I P2* y *Análisis I P3*, en las que la P significa la actividad (o prueba) en que se encuentra la respuesta. A manera de ejemplo, *Análisis I P3* significa que la respuesta dada por el estudiante está en el nivel 1 y fue encontrada en la actividad 3.

Para dar una idea más clara del carácter de las respuestas que se encuentran en esta familia, se mostrarán dos ejemplos: uno que presenta elementos que, si bien caben en este nivel, lo hacen de manera poco evidente y otro en el que sus elementos corresponden de manera bastante evidente. En primer lugar, se le preguntó al estudiante “¿qué paso?” en la situación planteada (ver anexo 1 y éste respondió: “[El personaje de la situación descrita] sintió eso [es decir, un encalambrón] porque estuvo mucho tiempo sentado frente del computador y eso a veces pasa”. En esta respuesta el estudiante separa algunas características de la situación (tiempo y actividad con el computador), pero no establece relaciones claras entre éstas; este es el ejemplo que de manera menos significativa se asocia a este nivel.

Comparativamente, el segundo ejemplo, que corresponde de manera mucho más evidente con el nivel I de análisis es, ante la misma pregunta: “Hay mucha energía en los dos

*cuerpos, ya que Juan pasó mucho tiempo frente a la computadora y ahí fue donde hubo una conexión*". En este caso, el estudiante también separa características (energía de los dos cuerpos, tiempo, actividad con el computador y conexión), pero tampoco establece con claridad las relaciones entre estas. En este ejemplo, sin embargo, la separación es mucho más evidente.

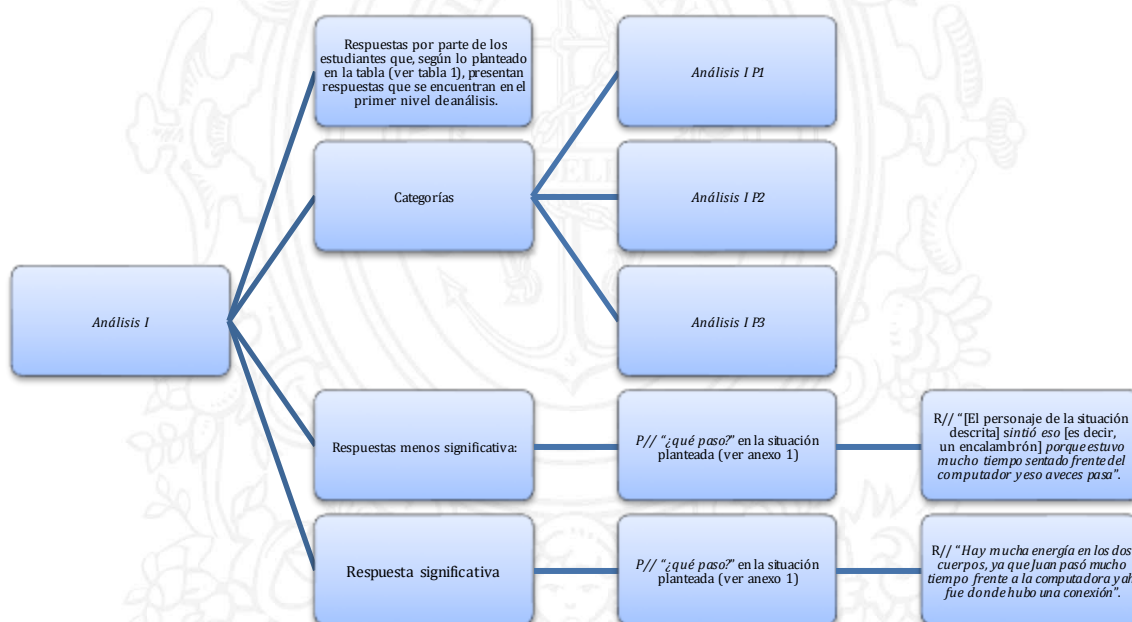
En las respuestas organizadas en esta familia, se hicieron evidentes por lo menos dos aspectos relacionados con el proceso de análisis: primero, en el que dicho proceso se comprende o se desarrolla simplemente como una descripción de las situaciones del experimento (aspecto que se presentó en un 45% de las respuestas categorizadas) y; segundo, en un 55% de la familia, una clara intención de explicar dicha situación (por ejemplo debido al tiempo o a la carga que tienen los cuerpos).

En el primer caso, se encontraron respuestas como: *"Analizar es observar algo y describirlo"*, *"Análisis: cuando nos detenemos a observar algo, o a pensar en algo y darle nuestro punto de vista"*. En el segundo caso, por su parte, se encontraron respuestas como: *"por estar tanto tiempo al frente del computador mantuvo una energía estática lo cual fue que causó el encalambrón"*, *"puede ser que alguno de los dos [personajes de la situación descrita] tenía mucha energía y al medio rozarse se produjo eso [el encalambrón] debido a la energía"*.

Es de resaltar que respecto del nivel 1 sólo se categorizaron respuestas de los estudiantes en la actividad 1 (90% de las respuestas) y en la actividad 2 (el otro 10%), pero

en la actividad 3 sólo se encontraron respuestas que corresponden a niveles de análisis superiores, según se verá más adelante.

A continuación se muestra una ilustración que caracteriza de manera sucinta la familia *análisis I*:



*Ilustración 1. Familia, análisis I*

Familia *análisis II*: para esta familia se clasificaron las respuestas que se ubicaron en el nivel II de análisis (ver tabla 1). Es decir, aquí se recogieron las respuestas en las que los estudiantes separan la información, pero dejando claro un criterio para hacerlo, sin embargo no establecen claras relaciones entre las características que separan. Igual que en la familia *Análisis I*, para *Análisis II* se establecieron categorías según las actividades (P1, P2 y P3).

Se muestran a continuación dos ejemplos para dejar mayor claridad respecto de esta familia, también con el interés de que el lector evidencie una unidad de información que cabe dentro de este nivel de análisis, pero de manera poco evidente y otro que se ubica aquí de manera mucho más evidente. En primer lugar, se le preguntó a los estudiantes “en tus palabras ¿Qué consideras que es análisis y síntesis?” (Ver anexo 1) y uno de ellos respondió: “*es observar y describir y sacar algo concreto*”. En esta respuesta el estudiante relaciona el análisis con la observación de las características que este puede describir, con un criterio específico de una situación (“*sacar algo en concreto*”), pero no deja entender el hecho de llevar a cabo relaciones entre los elementos.

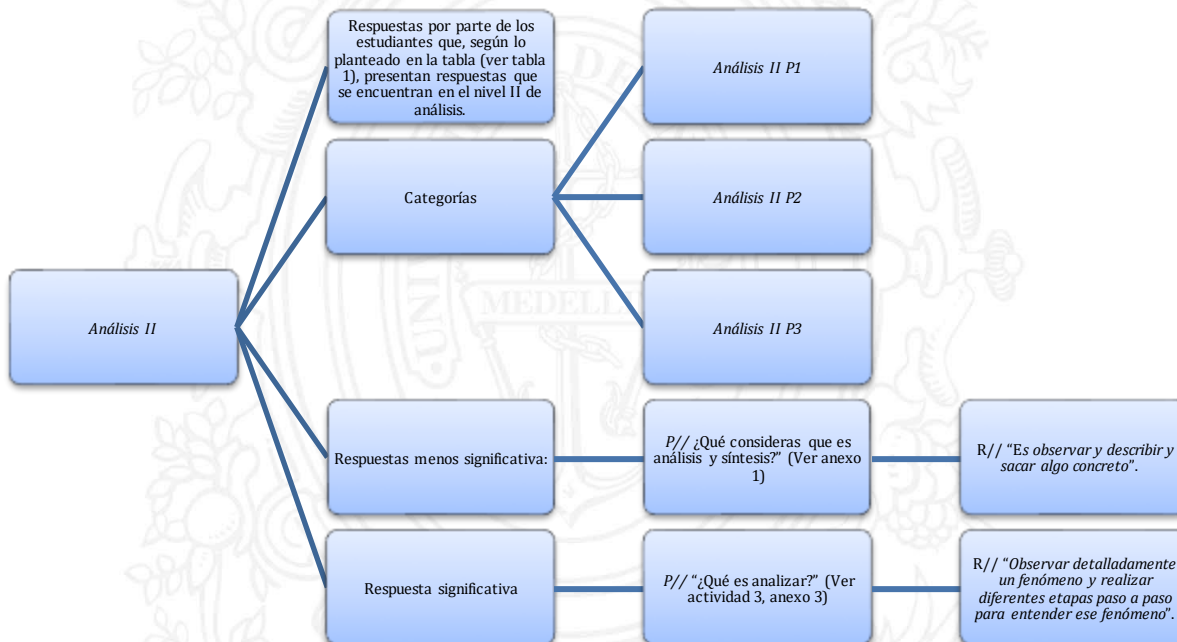
Por otro lado, ante la pregunta “¿Qué es analizar?” (Ver actividad 3, anexo 3) un estudiante respondió: “*Observar detalladamente un fenómeno y realizar diferentes etapas paso a paso para entender ese fenómeno*”, se puede observar cómo el alumno apunta el análisis a la observación de detalles, es decir a separar y reconocer elementos de un fenómeno, pero además el alumno tiene un criterio claro, pues afirma que dicho proceso se hace para “*entender ese fenómeno*”. Sin embargo, igual que en el ejemplo anterior, no deja ver claramente el establecimiento de las relaciones entre las características.

Una vez organizada la información de esta familia se encontró que los estudiantes relacionan el proceso de análisis con la observación de características identificables y que permitan entender una situación (aspecto que se presenta en un 31% de las respuestas que componen esta unidad de información); en efecto, aparecieron aquí respuestas como: “*un análisis es estudiar a fondo una cosa o situación que tiene ciertas características de algún*

*tema*”, en donde puede identificarse “*algún tema*” con el criterio o “*Es la capacidad de interpretar algún tema o fenómeno que esté a nuestro alrededor para darle una respuesta*”. Por otra parte, en esta familia, el 21 % de las respuestas tratan de explicar la situación de la actividad 1, exponiendo características específicas (características de los cuerpos o propiedades físicas): “*Que al estar [el sujeto de la situación] en contacto con superficies que generen energía o estática, [que] cargan los cuerpos y al rozarse causa un pequeño choque debido a la energía*”, “*Pudo ser que alguno de los dos [los sujetos de la situación] tenía mucha energía, pudo ser Juan por estar todo el día en el pc, por ello al chocharse con su hermana tuvieron ese corrientazo*”.

También se encontró que en este proceso de análisis una recurrencia significativa fue la intención de los participantes por caracterizar y describir propiedades de los cuerpos, pero no establecer relaciones entre ellas (este aspecto tiene una recurrencia del 43% dentro de la familia): se encontraron respuestas donde los alumnos tratan de describir características de las situaciones experimentales trabajadas, pero por la manera en que la pregunta lo solicita (ver actividad 2, pregunta 2); es decir, respuestas como “[Al frotar los materiales se presenta] *exceso de cargas en movimiento, polos opuestos [que] se atraen, flujo de electrónicas, electrostática generada por fricción*”, “[Al frotar los materiales se presenta que] *algunos materiales si producen energía [como por ejemplo] cabello, camiseta sudadera, blusa. Con algunos materiales se logra transmitir más electrostática que con otros.*”

Se resalta el hecho que en este nivel las respuestas categorizadas se hallan con mayor incidencia en la actividad 2 (56% de las respuestas), en comparación con la de la actividad 1 (39%) y aún más con la actividad 3 (4%).



*Ilustración 2. Familia Análisis II*

Familia *Análisis III*: en esta familia se encuentran las respuestas cuyo proceso de análisis están en el nivel III (ver tabla 1). Es decir, que en las respuestas se hace visible que ellos reconocen y separan situaciones o problema complejos de acuerdo a criterios de análisis y, además, hacen relaciones explícitas entre elementos. Al igual que en las familias anteriores se establecieron las categorías (P1, P2 y P3) según las actividades.



Un ejemplo en esta familia se presentó cuando se preguntó “en tus palabras ¿Qué consideras que es análisis y síntesis?” y respondieron “*Un análisis es un estudio o búsqueda sobre algo, por ejemplo, analizar el texto, ahí [se] busca sobre el autor, el tipo de texto, como está escrito, etc.*”. En esta respuesta se puede encontrar, aunque no de manera explícita, que reconoce y separa elementos de una situación específica respecto de un criterio y relaciona dichos elementos para comprender la situación. No obstante, de la información recogida en esta familia, este ejemplo es el que de manera menos evidente se relaciona con el nivel III; véase a continuación un ejemplo que se relaciona mucho más fácilmente: en la actividad 3 se le preguntó a uno de los estudiantes “¿qué es analizar?” y respondió que es “*observar los detalles de algo, mirar cómo cambia y como se compone, qué características tiene, por qué pasan las cosas y tomar ideas acerca de ello*”.

Cuando se organizó y categorizó la información de esta familia, se hallaron aspectos en los que se describe el proceso de análisis teniendo en cuenta aspectos como la observación, los detalles, las características y la comprensión de la situación (aspecto que se presenta en un 30% de las respuestas de esta familia): “[analizar] *es observar cómo llevamos a cabo cualquier proceso que nos ayuda a comprender lo que esperamos de las cosas, además es buscar e investigar cómo se desarrollan procesos que necesitamos para nuestra labor educativa [refiriéndose a su aprendizaje]*” o “*analizar es observar y tratar de comprender las situaciones, en este caso los experimentos, y tratar de describir los detalles que se encuentran en dicha situación para entenderla*”.

Otras respuestas de los alumnos describen y relacionan aspectos de una actividad experimental (materiales, funcionamiento, relación entre los materiales), pero en especial por el carácter de las actividades (ver en especial actividades 2 y 3); estas respuestas tuvieron una recurrencia del 38% del total de la familia: *“el frasco de vidrio se utiliza para contener el aceite y se usa de vidrio para poder observar lo que hay bien adentro. El televisor sirve para producir la energía o corriente. El cable lleva la corriente desde el televisor hasta el aluminio. Las semillas se usan para ver el efecto que hace la corriente y las fuerzas. El aceite se usa para ver cómo flotan y cómo se ven afectadas las semillas por la corriente”*.

Por último, se encontraron en esta familia respuestas de los estudiantes que describen situaciones y adjuntan explicaciones con el propósito de entender los fenómenos estudiados: *“[Describir aspectos del experimento-actividad 3] La energía pasa por el alambre que está conectado al generador o televisor y luego la esfera queda con energía”*.” [Que se puede evidenciar del experimento-actividad 3] *Los metales son buenos para pasar corriente de un lugar a otro. Las cargas eléctricas pueden mover partículas del espacio por la fuerza que producen.”*

Es de resaltar de este nivel III que las respuestas categorizadas, en su mayor parte corresponden a la actividad 3 (67% de las respuestas de esta familia), en la actividad 2 se hace menos visible este nivel (22%) y muy poco notorio en la actividad 1 (9%).

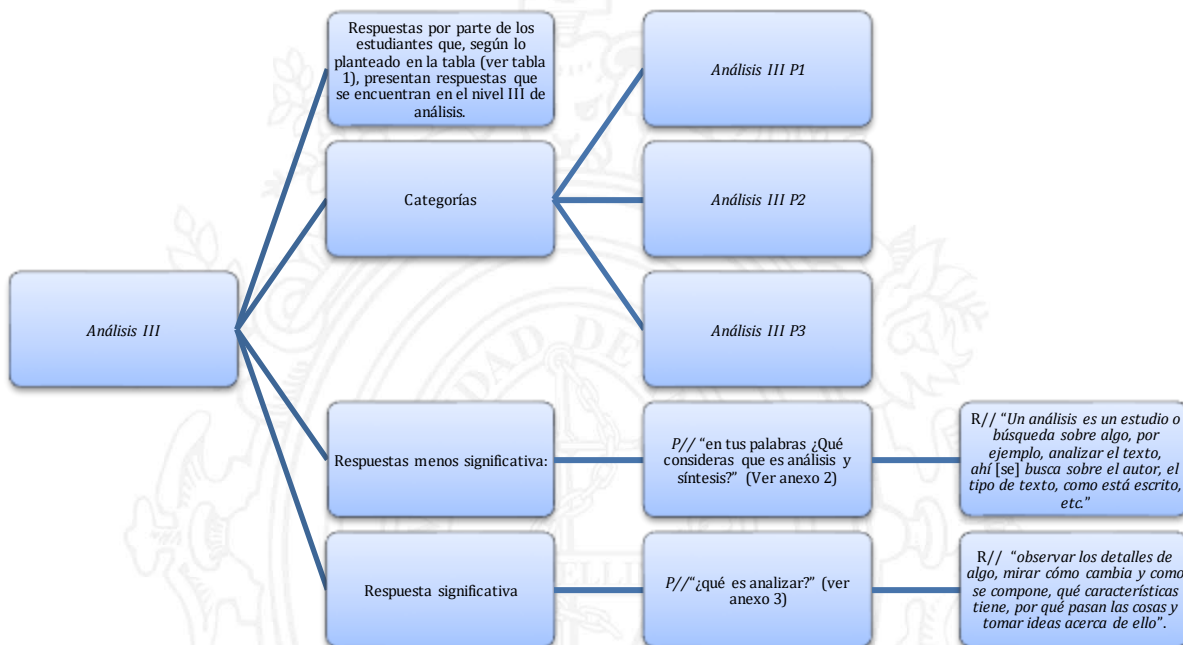


Ilustración 3. Familia Análisis III

Familia *Síntesis I*: en esta familia se encuentran las respuestas por parte de los estudiantes que, según lo planteado en la tabla (ver tabla 2), presentan respuestas que aciertan en el primer nivel de síntesis, es decir, respuestas en las que los estudiantes identifican la idea o ideas centrales de una situación, las cuales no relacionan entre sí y no deducen algún tipo de conclusión. Como en familias anteriores, la información está organizada por categorías correspondientes a las actividades realizadas: P1, P2 y P3.

A continuación, se presentan ejemplos de las respuestas obtenidas en esta categoría, también con el interés de dar una idea cuáles caben de manera menos evidente o más evidente en la familia: se le pregunta al estudiante, “¿qué es síntesis?” en la actividad 1, y este respondió: “*es dar la razón o el porqué de lo que sucede*”. En esta respuesta el estudiante

identifica que la síntesis está en relación con las razones o ideas de las situaciones. Por otra parte, a la pregunta del ejemplo anterior un estudiante responde “ *sintetizar es mirar las [ideas] principales de los problemas*”. En este ejemplo, el estudiante acierta de alguna manera con la definición de síntesis para este nivel.

Es de resaltar que esta familia es la más pequeña de las que se analizaron, contando con 6 entradas de más de 200 analizadas, teniendo incidencias muy poco significativas y que sólo se encontraron en la actividad 1 y 2. Aunque algunas respuestas muestran que los alumnos en este nivel relacionan la OM de síntesis con exponer ideas hacia un tema. Por ejemplo, se encontraron respuestas como: “ *Explicación breve que se realizó*” o “ *síntesis es un estudio o búsqueda sobre algo*”.

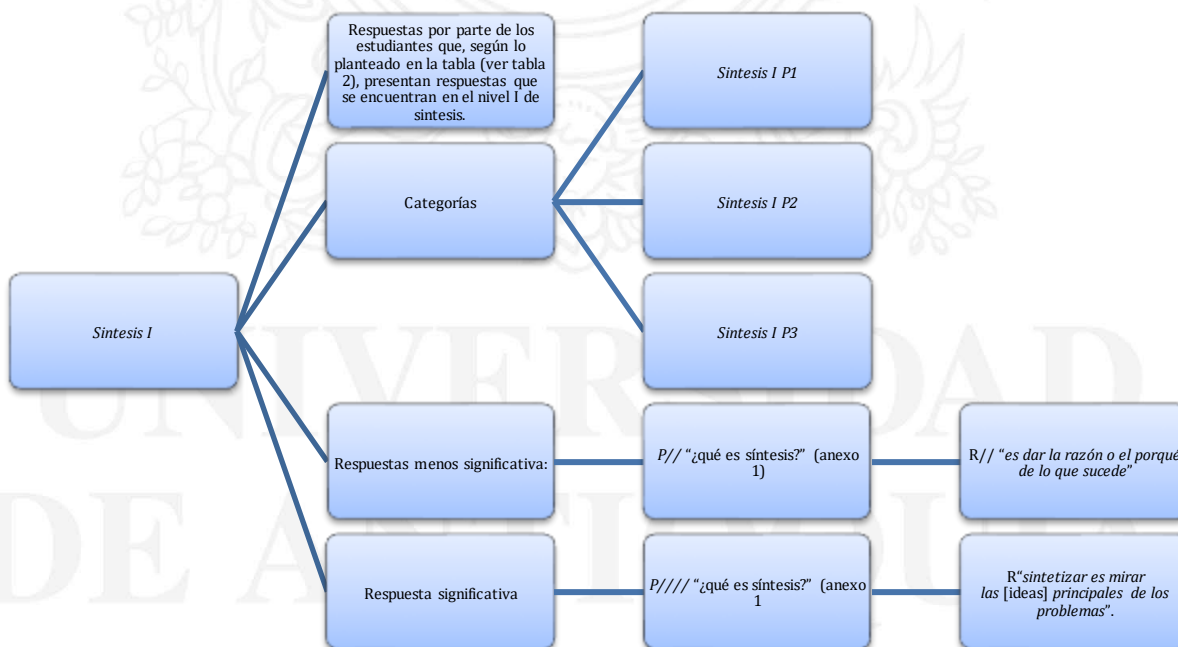


Ilustración 4. Familia Síntesis I

Familia *Síntesis II*: dentro de esta familia se encuentran las respuestas de los estudiantes cuyo nivel de síntesis se encuentra en el nivel II (ver tabla 2). Es decir, respuestas donde el alumno deja claro que identifica ideas centrales de las situaciones y las relaciona para facilitar la comprensión de la situación, pero no saca conclusiones. Como se ha venido haciendo, la información fue categorizada según las actividades (P1, P2, y P3).

Para entender mejor las respuestas que hay dentro de esta familia, se expone el siguiente ejemplo, como la respuesta, que, aunque está dentro del Nivel II de síntesis, dicho nivel se hace poco visible: A la pregunta “¿qué es síntesis?” se propone la respuesta: “*materializar un pensamiento acerca de un proyecto*”. En esta respuesta se observa que el alumno pretende relacionar ideas que se le ocurren para afrontar una situación (para el alumno: proyecto) y no concluye nada específico. Por otro lado, un alumno responde “[síntesis es] *llevar un concepto o ideas al plano físico y que se represente la idea que se tiene de un tema*”, se puede observar como el alumno apunta a ideas que este deduce por su parte, estando claramente en este nivel.

Se observa que esta familia también fue de poca recurrencia, pues como la anterior posee pocas entradas de información (6 entradas). Pero se halló los alumnos en este nivel relacionan la síntesis con llevar a cabo ideas, como se mostró en los ejemplos y se muestra en el siguiente, donde un alumno responde “[sintetizar] *es materializar un pensamiento acerca de un proyecto*”.

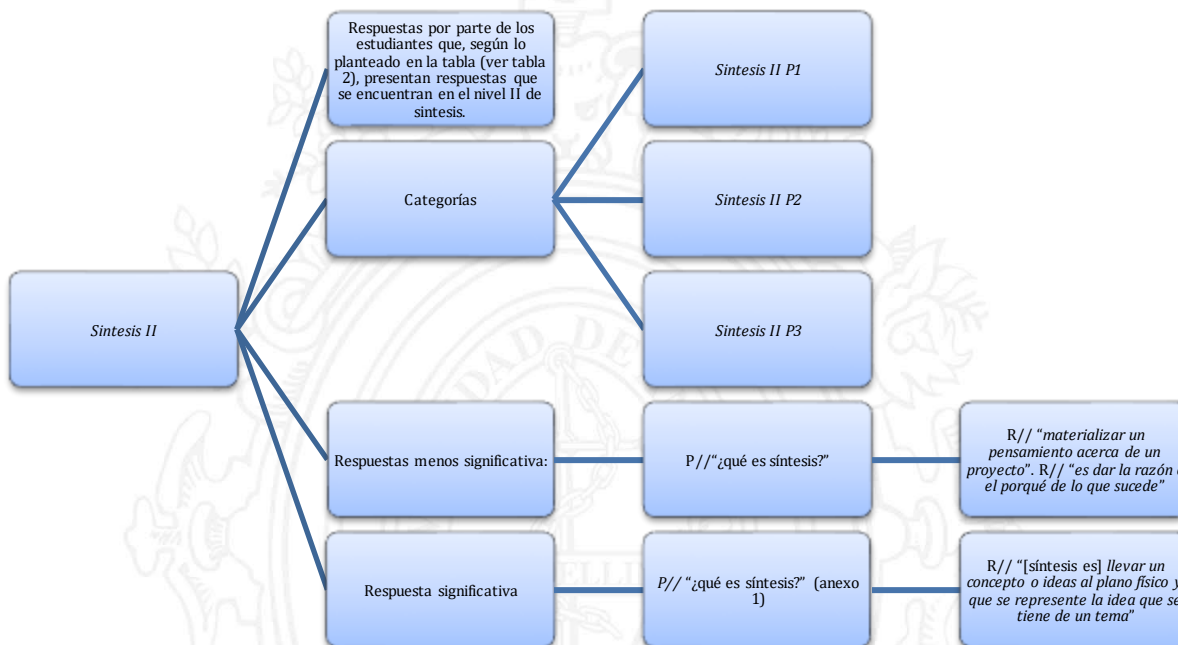


Ilustración 5. Familia Síntesis II

Familia *Síntesis III*: en esta familia se categorizan las respuestas que corresponden al nivel III de síntesis de la tabla 2, donde los alumnos están en la capacidad de dar respuestas, donde se relacionan ideas centrales de una situación para facilitar la comprensión y además extrae información relevante de las situaciones que se le presenta y deduce conclusiones. Como se ha hecho hasta el momento esta familia se categorizó de acuerdo a las actividades (P1, P2 y P3).

A continuación, se presentan ejemplos para dar claridad de las respuestas que se encontraron dentro de esta categoría. En el primer ejemplo, se le pregunta al alumno en la actividad 1 “¿qué es síntesis?” y responde “*es tener una especie de anécdota o conclusión*

*sobre algo*”. En esta situación el estudiante relaciona la síntesis con la realización de conclusiones a través de ideas propias.

Por otro lado, en un ejemplo mucho más evidente del nivel III de síntesis, ante la misma pregunta, pero dentro de la actividad 3, un alumno responde “*sintetizar es hacer conclusiones acerca de las cosas a partir del análisis de otras cosas que se sepan de antes o de temas parecidos*”, donde el alumno deja claro que tiene presente que para llevar a cabo el proceso de análisis hay que relacionar ideas y sacar conclusiones al respecto.

Cabe resaltar que esta familia es de las más significativas, puesto que se hace bastante presencia en las actividades realizadas: en la actividad 1 se presentó en un 25% de las respuestas categorizadas en esta familia, en la actividad 2 en un 30% y en la actividad 3, en un 48%.

Dentro de esta familia se encuentran por lo menos dos aspectos relacionados con el proceso de síntesis: el primero, en el que se entiende el proceso como la acción de llevar a cabo ideas y construir conclusiones al respecto (aspecto que se presenta en un 46% de las respuestas categorizadas en esta familia) y, el segundo aspecto, que se presenta en un 63% dentro de la familia, en el cual los estudiantes dan respuestas acerca de fenómenos donde se ve reflejado el nivel III, pues hacen conclusiones al respecto y relacionan ideas.

En el primer caso se encontraron respuestas como “*son situaciones que son estudiadas y que se le sacan conclusiones de acuerdo a lo entendido*”, [síntesis] *son las evidencias o resultado final con las ideas que se lograron recopilar durante todo el proceso*”.

En el segundo caso, se encontraron respuestas como: “[concluyen del montaje propuesto en la actividad 3] *la energía pasada por el alambre hace que la esfera tenga energía y al estar esta esfera en aceite ocurre que las semillas de se te muevan*”.

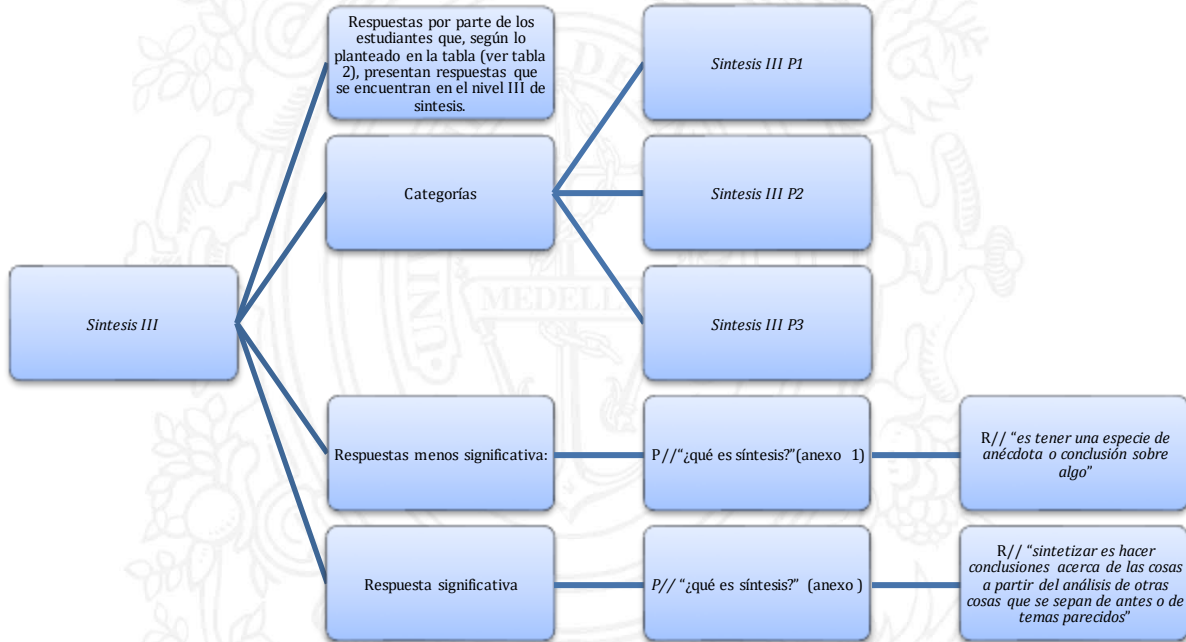


Ilustración 6. Familia Síntesis III

Por otra parte, se presentan a continuación las categorías que fueron extraídas conforme se realizaba la lectura de la información y en las cuales se encuentran las respuestas que por su carácter no se pudieron incluir en las familias anteriores, puesto que no cumplían con los criterios previamente establecidos en las tablas (ver tabla 1 y 2):



*Respuestas de carácter tautológico:* en esta categoría encontramos respuestas por parte de los estudiantes donde responden conceptos a partir de la definición misma o un equivalente de la misma. Por ejemplo, se encontró en uno de los estudiantes, cuando se le pregunto "¿qué es analizar? y ¿Qué es sintetizar?", una respuesta como "*es analizar, es dar ideas*" y "*síntesis es sintetizar las ideas*" o "*explicar los pasos de un proceso explicando por qué sucede lo que sucede*".

*Categoría No hay coherencia:* en esta categoría se encuentran las respuestas de los estudiantes que no responden a la pregunta propuesta en la actividad. Para comprender mejor esta categoría se presenta el siguiente caso: en la actividad 1 se le pide al estudiante hacer un "análisis de la situación" y una "síntesis de la situación" del caso presentado (ver anexo 1), a lo cual responde "*hay un hombre que no tiene respuesta ya que todo pudo ser falso o real*" y "*es un misterio*".

*Categoría No alcanza el nivel:* respuestas donde el alumno en un primer momento trata de responder las preguntas planteadas en las actividades, pero dichas respuestas quedan inconclusas y no son "categorizables" en los niveles planteados con anterioridad. Por ejemplo, en la actividad número 1, se le pide al estudiante un análisis del caso planteado y éste responde: "*Juan después de un largo día de trabajo decide ir a la cocina por un vaso de jugo cuando se choca con su hermana*"

Es de resaltar que las categorías mencionadas anteriormente, solo se encuentran en la actividad 1 y corresponden al 26 % de las de las respuestas de esta actividad.

Finalmente, se presentan las recurrencias de los procesos de análisis y síntesis, haciendo una comparativa entre todas las actividades (P1, P2 y P3):

Actividad	Análisis I	Análisis II	Análisis III	Análisis	Porcentaje Total de respuestas
	Síntesis I	Síntesis II	Síntesis III	Síntesis	
1	29%	8%	5%	42%	64 %
	5%	3%	14%	22%	
2	7%	31%	16%	54 %	100 %
	7%	10%	29%	46 %	
3	0%	3%	51%	53%	100 %
	0%	0%	47%	47%	

*Tabla 5. Comparativo de las recurrencias de las categorías*

De lo anterior, se puede observar cómo el análisis I es más recurrente en la actividad 1 y su recurrencia se hace menos visible en el transcurso de las actividades. Otro aspecto llamativo es la recurrencia del nivel de síntesis III, en todas las actividades.

Las entrevistas (ver anexo 4 y 5) se hicieron con el propósito de obtener de forma directa y personal apreciaciones de los estudiantes acerca de las actividades realizadas, esto

con el propósito de observar los niveles de análisis y síntesis de los estudiantes a través de sus respuestas, como observaciones generales del proceso que se llevó a cabo con la realización de las actividades. A continuación, se presentan algunas apreciaciones de los participantes respecto a la entrevista:

- Mejora en la reflexión y comprensión de fenómenos físicos o del entorno. A modo de ejemplo un estudiante sustentó que: *"Empecé a experimentar con algunos objetos, y veía que una cosa llevaba a la otra y así se me hacían más interesantes los temas. Creo que alguien que de verdad le guste este tipo de áreas puede llegar a grandes instancias sólo por mera curiosidad"*.
- Despertar la curiosidad. Es de resaltar que la curiosidad estuvo presente en algunos estudiantes, por ejemplo, uno de los estudiantes entrevistados contestó: *"Me ha hecho cuestionarme, pero más que todo me intriga: ¿por qué cosas tan básicas tienen procesos tan complejos? Un ejemplo de algo que ahora comprendo es que soy una conductora de energía. Las actividades me dejaron curiosa"*.
- Mayor motivación en los estudiantes. Un estudiante afirma en una de las preguntas realizadas: *"Dinámica, con un profesor que entiende nuestro humor, y que sean clases teórico- prácticas, que tengamos más oportunidades de conversar con nuestros compañeros, jugar, divertirnos"*.
- Manejo de operaciones mentales en función del contexto, tal y como lo expresa Pérez (2012), cuando afirma que las operaciones mentales deben de estar en función del contexto. Esto se puede aclarar con el siguiente ejemplo en el que un estudiante expresa: De lo que realizamos en clase frente al análisis y la síntesis ¿qué te ha servido

en tus otras clases de física?: *"Me ha servido bastante pero sólo que en física no lo he percibido tanto, tal vez en otras áreas, y no sólo académicas sino en mi cotidianidad"*.

- Apatía en la gran mayoría de los estudiantes o una negación por la metodología tradicional donde prima lo memorístico, la teoría y lo ya establecido en los libros e internet. Lo anterior se puede evidenciar cuando un estudiante enuncia cómo sería una clase ideal: *"Mi clase ideal sería una clase participativa donde no todo sea teoría sino que participativa donde todos expresemos nuestras opiniones y que nos hicieran ejercicios sobre el tema realizado"*.

En las respuestas obtenidas se hizo evidente que los estudiantes hacen uso de procesos de análisis y síntesis y a su vez reconocen el significado de dicha operación, a modo de ejemplo, en una de las entrevistas una respuesta del estudiante fue: *"Análisis: Para mi es observar detalladamente cualquier tema, opinión, decisión entre otros, dejando claro la investigación de que analiza"*, respuesta que podría enmarcarse en el nivel III de análisis de acuerdo con los criterios establecidos previamente. Fue posible observar en las respuestas de los estudiantes que dichas actividades, desde su perspectiva, han sido de cierta utilidad para mejorar sus procesos cognitivos, esto también se puede observar en sus respuestas teniendo en cuenta aquellas que fueron dadas en la actividad número uno como punto de partida, donde claramente hay un incremento en sus procesos de análisis.

## 5. Conclusiones y discusiones

De los resultados que acaban de ser presentados, se evidencia un incremento de la exigencia de los procesos de análisis en las actividades 2 y 3, lo que sugiere que su diseño efectivamente permite a los estudiantes poner en juego cada vez más sus capacidades en este proceso mental. Al respecto, puede evidenciarse que en el nivel III de análisis las respuestas categorizadas en su mayor parte corresponden a la actividad 3 (67% de las respuestas), en la actividad 2 se hace menos visible este nivel (22%) y muy poco notorio en la actividad 1 (9%). Este resultado es fundamental en el marco de las diversas teorías abordadas en el marco teórico referidas al desarrollo de las OM, pues es muy relevante, en el proceso de mediación y en el diseño de actividades orientadas a procesos mentales, que éstas estén correctamente graduadas, de manera tal que su nivel de complejidad y abstracción suba de manera claramente intencionada por el mediador.

Como respuesta a este nivel gradual, se evidenció un claro desarrollo de las OM a medida que se iban realizando las actividades experimentales. Cada vez las respuestas de los estudiantes eran más acertadas y su capacidad de análisis y síntesis parecía ser mayor; es posible incluso concluir, según los resultados presentados, que en el avance de las actividades y la argumentación de los estudiantes iba subiendo de nivel, hasta llegar al punto que, en la tercera prueba, no se ubicó población en el primer nivel.

A pesar de este desarrollo evidente de los procesos de pensamiento, en el transcurso de la implementación y acompañamiento en las diferentes actividades propuestas, observamos una tendencia, marcada en la mayoría de los estudiantes, cuando se les entregaba

paso a paso las guías de trabajo, hacia una necesidad, desesperación y angustia por obtener una respuesta inmediata a las preguntas o requerimientos, un afán por saber las respuestas o soluciones y una negación para reflexionar, pensar y tratar de construir posibles resultados. Esto se debió a que en el proceso para ellos no interesaba tanto el análisis como la síntesis o la definición de una conclusión a como diera lugar. Un estudiante por ejemplo expresó, en el momento en que trataba de contestar una de las actividades, lo siguiente: "*profe, no sé cuál es la respuesta; dígame la respuesta*".

Esta tendencia podría atribuir al carácter repetitivo del mismo sistema educativo al que han estado acostumbrados, pues éste se ha encargado más por preparar al estudiante para la competencia por una nota que por el aprendizaje; es decir, el estudiante no está acostumbrado a que se le exija un proceso de pensamiento que le permita construir su propio conocimiento. Anexo a lo anterior, se evidenció en las diferentes observaciones de nuestra práctica pedagógica consignada en diarios de campo, apatía en la gran mayoría de los estudiantes o una negación por la metodología tradicional donde prima lo memorístico, la teoría y lo ya establecido como saber enciclopédico. Pero se puede rescatar que, con base en los análisis realizados, las actividades experimentales permitieron una mayor motivación en los estudiantes.

Una evidencia encontrada durante el análisis de la información frente al avance en los procesos de pensamiento y su preferencia por la síntesis es que en la primera actividad la categoría de *Análisis I* representa el mayor porcentaje con un 29% del total de categorías asignadas allí, las categorías de *Análisis II* con un 8% y *Análisis III* con un 5%; en la misma

actividad la categoría de *Síntesis III* es la más alta con un 14%, respecto de las categorías *Síntesis I* con un 5% y *Síntesis II* con un 3%. Posiblemente algunos estudiantes, como se mencionó antes, acostumbrados a la enseñanza tradicional, encuentran comodidad en no tener que reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y por eso les interesa más bien la respuesta o la conclusión, es decir, la síntesis en un nivel alto. Aun así, a través de actividades mediadas se pudo alcanzar un nivel de análisis superior con respecto a la inicial.

En correspondencia con esta falta de interés en reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje, sorprende que las categorías *Análisis IV* y *Síntesis IV* no fueron recurrentes en las actividades, lo que significa que no se pudieron obtener procesos metacognitivos superiores en los estudiantes; frente a ello queda en los investigadores el sin sabor o la posibilidad de no haber implementado una correcta mediación o de no haber contado con el tiempo suficiente para lograr estos procesos en los estudiantes. Esta situación, sin embargo, brinda una interesante perspectiva para futuras investigaciones que encuentren interés en aprovechar las actividades y la secuencia didáctica propuesta para este estudio, por ejemplo, proponiendo una pregunta similar a "¿Cómo los procesos de mediación orientados al desarrollo de operaciones mentales inciden en procesos metacognitivos cuando se soportan en actividades de experimentación en física?". Pues, aunque no se alcanzó el nivel máximo de análisis y de acuerdo con el estudio de los resultados, es evidente que con la implementación de estas actividades, los estudiantes mejoraron o reflexionaron sobre los procesos de comprensión y de pensamiento al afrontar o percibir fenómenos físicos o de su entorno.

## Referencias

- Alonso, M & Finn, E. (1970). Física volumen II: Campos y ondas. Fondo educativo interamericano.
- Arias. W & Oblitas, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletim - Academia Paulista de Psicologia*, versão impressa ISSN 1415-711X, Bol. - Acad.Paul.Psicol, . vol.34 no.87, pp.455-471.
- Bonwell, C., & Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: The George Washington University.
- Carretero, M, (1997). Desarrollo cognitivo y aprendizaje. México D.F.: Progreso
- Cros, A. (2003). Convencer en Clase: Argumentación y Discurso Docente. Barcelona: Ariel Lingüística
- Díaz, F., & Hernández, G.. (2004). *Constructivismo y aprendizaje significativo*. En Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista(pp.30-35). México : McGRAW-HILL.
- Douglas, C., Bernaza, G., & Corral, R. (2006). Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Física. Recuperado el 2011, de *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Esteve, O. & Arumí, M (2005). “La evaluación por competencias y el portafolio del estudiante: dos experiencias en asignaturas de Lengua Alemana y de Interpretación Simultánea” en, Actas del II Congreso Internacional de la Asociación Ibérica de Estudios de Traducción e Interpretación, Granada, AIETI, 1086-1105.



- Feuerstein, R. (1986). *Mediated learning Experience*. Jesuralén: Hadassah wizo Canada Research Institute.
- Feuerstein, R.; Hoffman, M. B. y Miller, R. (1980). *Instrumental Enrichment: an intervention program for cognitive modifiability*. Baltimore: University Park Press.
- Feuerstein, R. Serrano, M. & Tormo, R. (2000). Revisión de programas de desarrollo cognitivo. El programa de enriquecimiento instrumental (PEI). *Relieve*, vol. 6, n. 1. Consultado en [http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1\\_1.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1_1.htm) en Junio 2015.
- Fleck. L. (1986). *Génesis y desarrollo de un hecho científico*. Alianza Editorial 1986.
- Flores, J, Caballero, M y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, dic. 2009, vol.33, no.68, p.75-111.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*. Sao Paulo: Paz e Terra S.A
- Gamboa, S (2012). «La argumentación como estructura mental: validación como enfoque de epistemología experimental». Universidad Industrial de Santander.
- Gamboa, S. (2014). *Argumentación y formación. Perspectivas para una sociedad democrática en la condición posmoderna*. *Folios*, (40), 19-30.
- Ghiso, A. (1996). *Métodos de investigación cualitativa. Metodología de la investigación cualitativa*. Ediciones Aljibe. Málaga, España. 1996. P.39-59
- Gil, D. y Guzman, M. (1993) *Enseñanza de las ciencias y las matemáticas – tendencias e innovaciones*. Editorial popular. 1993
- Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 154-164.

- Gil, D. y Guzmán, M. (2001). Enseñanza de las ciencias y la matemática, tendencias e innovaciones.
- Gómez, H.; Cruz, R.; Acosta, A. y Martínez, A. (1998). Guía práctica para la evaluación cualitativa. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Guines, J (2004) la necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista iberoamericana de educación*, mayo- agosto, numero 035. Madrid-España. págs. 13- 37
- Guisasola, J, Almudi, J. M & Zubimendi J.L (2003), Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 2003, 21 (1), 79-94.
- Guisasola, J; Gras, M; Martinez, J; Almudi, J; becerra, C. (2004). La enseñanza universitaria de la física y las aportaciones de la investigación en didáctica de la física. *Revista Española de Física*. 18(2), 15-16.
- Hartman, R. (1970). El método científico de análisis y síntesis. *Dianoia: anuario de Filosofía*, N°. 16, 1970, págs. 42-65
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Herrera, J (2009). Las operaciones mentales en el aula. Estraído de: <https://pedagoviva.wordpress.com/2009/05/03/las-operaciones-mentales-en-el-aula/>
- Hewitt, P. (2004). Física conceptual. Novena edición. Pearson educación, Mexico.
- Huitt, W y Hummel, J. (2003). Piaget's theory of cognitive development. *Educational Psychology interactive*. Valdosta, GA: Valdosta state university

- Krüger, K (2006). El concepto de "sociedad del conocimiento". Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales. Vol. XI, nº 683. Universidad de Barcelona.
- Kuhn, D. (2005). Education for thinking. Harvard: Harvard University Press.
- Latour, B & Woolgar, S (1995). La vida en el laboratorio. La construcción de hechos científicos. Madrid: Alianza.
- Lipson J. (2002). Ética de la investigación etnográfica. Utopía siglo XXI. No. 8, Págs. 59-68.
- López, F. (2007). Metodología participativa en la enseñanza universitaria (2 ed.). Sevilla, España: Narcea.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2011). El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes. Bogotá: Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Praxis Filosófica No.36.119-138.
- Malagón, J; Sandoval, S; Ayala, M. (2014). Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física.
- Marqués, M (1999). Concepciones sobre el aprendizaje. Universidad autónoma de Barcelona.
- Mercedes, I. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental.
- Ministerio de Educación Nacional (autor corporativo). (1998). Ciencias naturales y educación ambiental, Lineamientos Curriculares: Áreas Obligatorias y Fundamentales. Santafé de Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Murillo, F (2010). Investigación Acción. Métodos de investigación en Educación Especial

Otero, J. (2003). Una ciencia crítica de la educación ¿pluralismo metodológico y/o pluralismo epistemológico?. *Agora Digital*, (6), 5. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=925268>

Pérez, M. (2012). La conducta de las operaciones mentales (apuntes críticos y reconstructivos). *Apuntes de psicología*, 2012, vol. 30 (1-3), págs, 63-68.

Piaget, J. (1999). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1964). *The early growth in the child. Classification and seriation*. Londres: Routledge y Kegan.

Plantin, C. (1998) *La argumentación*. Barcelona : Ariel Practicum, 1998

Rojas García, A. A., Oviedo, J. P., & López Ríos, S. Y., (2011). Los applets en física y su impacto en el desarrollo del pensamiento. *Revista Colombiana de Física*, 43(1), 24-27.

Romero, A. & Aguilar, Y. (2012). «La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos». Medellín: Universidad de Antioquia, CIEP. Informe de investigación.

Romero, Á., Henao, B. & Barros, J. (2013). Capítulo 5: *La integración en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de las ciencias*. En *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones*. (pp.168-169). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia: Artes y Letras S.A.S.

- Romero, Á., Henao, B. & Barros, J. (2013). La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Rosell, W & Paneque, E. (2009). consideraciones generales de los metodos de enseñanza y su aplicacion en cada etapa del aprendizaje. *Rev haban cienc méd* [online]. 2009, vol.8, n.2, pp. 0-0. ISSN 1729-519X.
- Sadiku, M. (2000). Elementos del electromagnetismo. Tercera edición. Universidad de Oxford.
- Salazar, A., & Yunes, F. (2004). La Argumentación en la Clase Magistral. *Revista De Teoría Y Didáctica De Las Ciencias Sociales*, (9), 35-47. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1216582>
- Salinas, A. (2013). La experimentación como didáctica en la enseñanza de la física (tesis de maestría). Universidad Nacional, Palmira, Colombia. Recuperado el 18 de agosto de 2015 de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12672/1/7811020.2013.pdf>
- Segura, D. (1993). La enseñanza de la física. Dificultades y perspectivas. Manizales: Fondo editorial universidad distrital francisco José de caldas.
- Serway, R & Beichner, R. (2001). Física para ciencias e ingeniería. Quinta edición. Mc-Graw Hill, Interamericana de editores.
- Tejada, J. (2000). La educación en el marco de una sociedad global: algunos principios y nuevas exigencias. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 4(1), 1-13.
- Tenaglia, M et al (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de educación*. n° 56/1.

Valenzuela, J & Flores, M. (2012). Fundamentos de investigación educativa, volumen 2

Vargas, G. (2012). Fenomenología, formación y mundo de la vida. Problemas teóricos y metodológicos de la fenomenología. Berlín: Editorial Académica Española.

Velarde, E. (2008). La teoría de la modificabilidad estructural cognitiva de Reuven Feuerstein. Investigación Educativa, vol. 12 N.º 22, 203 - 221, Julio-Diciembre 2008  
ISSN 17285852

Vigotsky, L. (1978). Mind in Society. Cambridge, MA: Harvard University Press.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3