

DESCRIPCIÓN DE UNA ECOLOGÍA INTELECTUAL ESCOLAR RESPECTO A LA
COMPRENSIÓN DEL CONCEPTO DE CAMPO ELÉCTRICO: LA ARGUMENTACIÓN
COMO AGENTE REVELADOR DE DICHA ECOLOGÍA

Cristian Camilo Sánchez Sierra

Sonia María Morales Giraldo

Diana Vileidy García Roldán

ASESOR:

William Marroquín

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MEDELLÍN

2014

CONTENIDO

ANTECEDENTES	6
JUSTIFICACIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
Preguntas de Investigación.....	11
OBJETIVOS	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos.....	12
MARCO TEÓRICO	13
Marco Psicológico.....	13
El paradigma sociocultural de Vygotsky y la ecología intelectual propuesta por Toulmin ..	13
El paradigma sociocultural de Vygotsky.....	17
Marco Didáctico.....	23
El cambio conceptual en sus inicios	23
Una revisión de la teoría de cambio conceptual	29
La perspectiva sociocultural del cambio conceptual	31
Marco Epistemológico	32
Ecología intelectual	32
La argumentación y el uso de los argumentos.....	38
MARCO DISCIPLINAR	42
Campo Eléctrico.....	42
MARCO METODOLÓGICO.....	49
El Estudio de Caso	49
Descripción de los Instrumentos y Herramientas.....	50
El Esquema Argumental	51
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
Descripción del Caso.....	55
La institución.....	55

El grupo en general.....	57
El caso específico	60
Las individualidades del caso.....	61
Análisis de los Argumentos	65
CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	89
Anexo 1	90
Encuesta etnográfica.....	90
Anexo 2	95
Análisis de la encuesta.....	95
Anexo 3	105
Encuesta diagnóstica	105
Anexo 4	106
Transcripción de la encuesta diagnóstica	106
Anexo 5	113
Actividad de electrostática con las respuestas dadas por el grupo de estudiantes.....	113
Actividad de campo eléctrico	117
Anexo 7	120
Transcripción de los videos grabados durante la actividad de campo eléctrico.....	120
Anexo 8	135
Permiso de los padres de familia	135

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Ilustración 1</i>	16
<i>Ilustración 2</i>	46
<i>Ilustración 3</i>	46
<i>Ilustración 4</i>	47
<i>Ilustración 5</i>	47
<i>Ilustración 6</i>	48
<i>Ilustración 7</i>	48
<i>Ilustración 8</i>	48
<i>Ilustración 9</i>	48
<i>Ilustración 10</i>	52
<i>Ilustración 11</i>	66
<i>Ilustración 12</i>	68
<i>Ilustración 13</i>	72
<i>Ilustración 14</i>	73
<i>Ilustración 15</i>	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	49
Tabla 2	53
Tabla 3	54
Tabla 4	56
Tabla 5	81

ANTECEDENTES

El estudio de una ecología intelectual escolar ofrece pocos referentes teóricos debido a que es una teoría que desde hace poco se viene desarrollando.

Nos referimos a Ecología Intelectual Escolar para reconocer que en el ámbito académico se construyen saberes y estos son propios del contexto. Este tipo de ecología está determinada por los saberes disciplinares, por los saberes previos de los estudiantes, por la situación del contexto académico y sociocultural, y por los diferentes tipos de mediadores (tanto instrumentales como humanos).

De este modo, el concepto de Ecología Intelectual Escolar es la herencia de teorías como: La Ecología Intelectual propuesta por Stephen Toulmin (1977), La Ecología Escolar propuesta por Kelly y Green (1998); y está íntimamente ligada a la teoría didáctica del cambio conceptual propuesta por Posner y sus colaboradores (1982).

Por lo tanto, nuestra tarea de determinar una ecología intelectual escolar a partir de los esquemas argumentales va a estar sustentada desde lo epistemológico por la teoría de Stephen Toulmin, desde lo didáctico por la teoría de Posner y su grupo, y por la propuesta de Kelly y Green, quienes añaden el componente sociocultural a la ecología escolar. Dado que a nuestra propuesta también le concierne reconocer aspectos psicológicos en la construcción del conocimiento, y a que las teorías mencionadas anteriormente tienen en común el paradigma sociocultural, tomamos a Vygotsky como el referente psicológico para nuestro trabajo.

Los trabajos relacionados con el estudio de la ecología intelectual encontrados son:

Tesis doctoral:

- Berta Lucila Henao Sierra (Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva argumental de Toulmin, Universidad de Burgos, junio de 2010)

Trabajo de Maestría:

- Luz Estela Mejía Aristizábal (Análisis del Concepto de Ecología Conceptual: Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como Cambio Conceptual, Universidad de Antioquía, 2006)

Monografías:

- Luis Ernesto Martínez y Edison Santos (Caracterización de los aspectos que hacen parte de la ecología intelectual escolar acerca del concepto de fuerza de un grupo de estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, universidad de Antioquia, 2009)
- Isabel Correa, Edwar Castañeda y Rodrigo Álvarez (Diseño metodológico para la lectura de la ecología intelectual escolar sobre el fenómeno de la luz. En un grupo de estudiantes de grado 11 de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, universidad de Antioquia, 2009)
- Juan Camilo Grajales, Carlos Pérez y Nelson Monsalve (La construcción social del conocimiento, desde la caracterización de una ecología intelectual escolar: una descripción del problema de la conservación de la energía mecánica, Universidad de Antioquia, 2008)

En cuanto a lo disciplinar, el concepto de campo eléctrico no ha tenido un largo recorrido histórico, sin embargo, los trabajos realizados por:

- Coulomb sobre la fuerza a distancia entre las cargas eléctricas.
- William Gilbert y sus estudios sobre la electrificación y las características de los materiales relacionados con esta propiedad.
- Michael Faraday y sus aportes sobre la idea de campo y su representación por medio de líneas.
- James Clerk Maxwell quien posteriormente recopiló y formalizó los fenómenos electromagnéticos en cuatro ecuaciones.

Han sido los más relevantes en el devenir histórico del concepto en cuestión y son la base para determinar las exigencias disciplinares, las cuales son de gran importancia para la determinación de una ecología intelectual.

JUSTIFICACIÓN

La propuesta de Stephen Toulmin de Ecología Intelectual, presentada en su libro “La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos”, fundamenta la base epistemológica de nuestro trabajo. Este autor explica la construcción del conocimiento científico mediante una analogía con la teoría de la evolución de Darwin. Según este autor, el conocimiento evoluciona semejante a como lo hacen las poblaciones orgánicas, por esto mismo, su crecimiento puede ser explicado en términos ecológicos como éxitos funcionales o adaptativos; es decir, los conocimientos en una comunidad académica evolucionan de manera análoga a cómo evoluciona un sistema ecológico y recibe el nombre de “Ecología Intelectual”.

Así como Toulmin adaptó la teoría darwiniana al contexto científico para construir su teoría de Ecología Intelectual, similarmente podemos aplicar este método al contexto escolar con el fin de entender la forma en que nuestros estudiantes construyen saberes; Kelly & Green desarrollaron esta propuesta. Para estos autores los roles culturales, el discurso, la expresión corporal y las reglas que gobiernan en un determinado grupo de estudiantes son decisivos para la estructuración de una ecología que ellos llaman “ecología escolar”.

La caracterización de una ecología intelectual escolar nos permite a los docentes entender la forma en que nuestros estudiantes construyen su conocimiento, con el fin de poder crear estrategias de enseñanza acordes a la población con la que estemos trabajando, en lugar de estrategias generalizadas que no son efectivas en todos los ambientes escolares.

“Los usos de la argumentación” de Stephen Toulmin nos será de gran utilidad para lograr la caracterización de dicha ecología intelectual escolar, ya que con esta herramienta podremos

analizar los modos argumentales de nuestros estudiantes, de esa forma, podremos ver cómo es que ellos producen conocimiento a través de una actividad dialógica, en este sentido, el análisis de los argumentos permite reconocer las significaciones, los elementos teóricos válidos para explicar un fenómeno, el modo en que ellos conciben los conceptos, entre otros.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como docentes formadores en el área de física, es necesario promover la apropiada conceptualización de los saberes científicos mediante situaciones que les lleve a reflexionar un fenómeno, de tal modo que genere discusiones y polémica.

El camino hacia la optimización del aprendizaje de la física no es un puente roto entre los saberes que posee el estudiante y lo que demanda el saber científico; ante esta evidencia, es necesario para nosotros como docentes identificar los conocimientos corrientes de los alumnos, los ideales explicativos y encontrar los aspectos que le impiden acercarse a las teorías de manera objetiva.

El paradigma sociocultural nos hace conscientes de que el conocimiento primero se construye socialmente, por lo tanto, es importante conocer lo que es racional para un grupo de estudiantes, las reglas y normatividad del grupo a la hora de darle validez y significado a un concepto o grupo de conceptos.

Cada concepto ha sido construido históricamente en forma particular, el concepto de campo eléctrico no es una excepción, así mismo, un grupo de estudiantes también construiría de forma

particular dicho concepto, esto sumado a todos los elementos que gravitan alrededor de un grupo, incluyendo los conocimientos corrientes, las creencias, los presupuestos epistemológicos, entre otros, es lo que configura una Ecología Intelectual Escolar.

Con base en lo anterior nuestro problema principal es: la determinación de una ecología intelectual escolar mediante el análisis de los procesos de argumentación de un grupo de estudiantes de la institución educativa INEM José Félix de Restrepo acerca del concepto campo eléctrico.

En este sentido cabe preguntarnos:

¿Qué nos provee el análisis de los procesos argumentales de un grupo de estudiantes para la descripción de una ecología intelectual escolar?

Preguntas de Investigación

¿Qué tanto divergen y que tanto se aproximan de lo concertado por la comunidad científica, los conocimientos corrientes del grupo de estudiantes con respecto al tema de campo eléctrico?

¿Cuáles conocimientos corrientes acerca del concepto de campo eléctrico son comunes en el grupo de estudiantes, y qué criterios usan para darle validez y lógica interna?

¿Qué aportes podemos encontrar en el análisis argumental, desde el EAT (Esquema Argumental de Toulmin), para la descripción de una ecología intelectual escolar?

¿Cuáles son los ideales explicativos usados por el grupo de estudiantes para dar explicación a fenómenos relacionados con Campo Eléctrico?

OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir la ecología Intelectual con respecto al tema de campo eléctrico en un grupo de estudiantes de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo con el fin de entender los procesos de enculturación científica.

Objetivos Específicos

- Reconocer los conocimientos corrientes del grupo de estudiantes con respecto al tema de campo eléctrico.
- Determinar los ideales explicativos del grupo en cuanto al tema de campo eléctrico.
- Examinar y analizar el conjunto de representaciones y la terminología que usa un grupo de estudiantes, cuando intenta dar explicaciones a situaciones relacionadas con campo eléctrico.

MARCO TEÓRICO

Marco Psicológico

El paradigma sociocultural de Vygotsky y la ecología intelectual propuesta por Toulmin

La propuesta sociocultural de Lev Vygotsky se relaciona con la propuesta Epistemológica Toulminiana en cómo concibe el primero el desarrollo de los conceptos y el segundo la evolución de los mismos. El trabajo de Toulmin está inmerso en el paradigma sociocultural (Stipich & Toledo, 2001) de hecho este autor plantea que los pensamientos son propios de cada individuo, sin embargo, los conceptos son compartidos debido a su desarrollo cultural, ya que el lenguaje en el que se articulan nuestras creencias son propiedad pública (Toulmin, 1972), de este modo, le asigna importancia a los procesos socioculturales en los que se ha formado y aprende el individuo.

Es menester relacionar estas dos vertientes teóricas frente a la necesidad de determinar una ecología intelectual escolar, ya que contribuyen a la comprensión de los diferentes aspectos que están implícitos en el aula cuando los estudiantes construyen conocimiento.

Muchos docentes, en su quehacer y al evaluar, pretenden que los estudiantes copien sus modelos mentales, sin considerar que estos construyen los suyos de forma particular, aunque los términos por medio de los cuales se elaboran sean iguales. Esta postura niega la posibilidad a los estudiantes de ser actores dinámicos en su proceso de aprendizaje y los excluye de la

oportunidad de aprender en una dinámica grupal, la cual podría ampliar sus facultades como lo propone el paradigma sociocultural.

Mientras Vygotsky nos ofrece una perspectiva de cómo se desarrollan los conceptos en la persona que aprende, Toulmin considera la evolución de los mismos a nivel disciplinar. Ambos autores permiten entrever en sus propuestas que las poblaciones de conceptos científicos están jerárquicamente organizadas (Stipcich & Toledo, 2001). Así, los conceptos y los planteamientos que se hacen tanto a nivel disciplinar como en la dinámica escolar o social, poseen un carácter primeramente colectivo y luego individual. Para Toulmin (1972) el carácter individual está representado por los pensamientos y las creencias, mientras que lo colectivo está encarnado en nuestra herencia lingüística y conceptual. Vygotsky (1996) por su parte refiere que los conceptos se dan primero a nivel social (interpersonal) y luego a nivel individual (intrapersonal).

Con respecto a los conceptos científicos, Toulmin (1972) reconoce la susceptibilidad que tienen al ser transmitidos, legados y aprendidos. Este hecho se constituye en el agente que garantiza la continuidad en una disciplina. De este modo, en un proceso de enculturación, pasan de una generación de científicos a otra, mediatizados por un bagaje de técnicas, procedimientos, habilidades intelectuales y, sustancialmente, por los ideales explicativos de cada momento histórico. De manera análoga Vygotsky fija su mirada en la actividad instrumental como medio a través del cual se logra alcanzar los procesos psicológicos superiores. Esto último muestra lo consonantes que son los procedimientos usados por ambos cuando analizan la transmisión de la disciplina o la evolución y el desarrollo conceptual de un individuo (Stipcich & Toledo, 2001).

Stipcich y Toledo (2001) han considerado las siguientes analogías entre las propuestas de Toulmin y Vygotsky referentes al desarrollo o evolución conceptual:

- Mientras que Vygotsky toma como punto de partida la definición verbal con ayuda de un experto, Toulmin toma la creatividad e imaginación en cuanto a lo colectivo.
- En Vygotsky, el modo por el cual se avanza conceptualmente deriva en grados de generalidad, provocados por la mediación de un experto y por las propias estructuras de pensamiento; para Toulmin, esto se da por medio de las innovaciones conceptuales y sociales.
- Las modalidades del desarrollo del significado de las palabras en Vygotsky es equivalente a la población de conceptos en un determinado momento de la evolución conceptual de una disciplina.
- La propuesta de Vygotsky está asentada sobre la ley de la genética general del desarrollo mientras que la de Toulmin está arraigada en la ley de la evolución conceptual.

Logrando extender las analogías anteriores, a partir del siguiente esquema estos autores muestran la evolución conceptual que propone Toulmin en relación con la evolución psicológica del aprendiz:

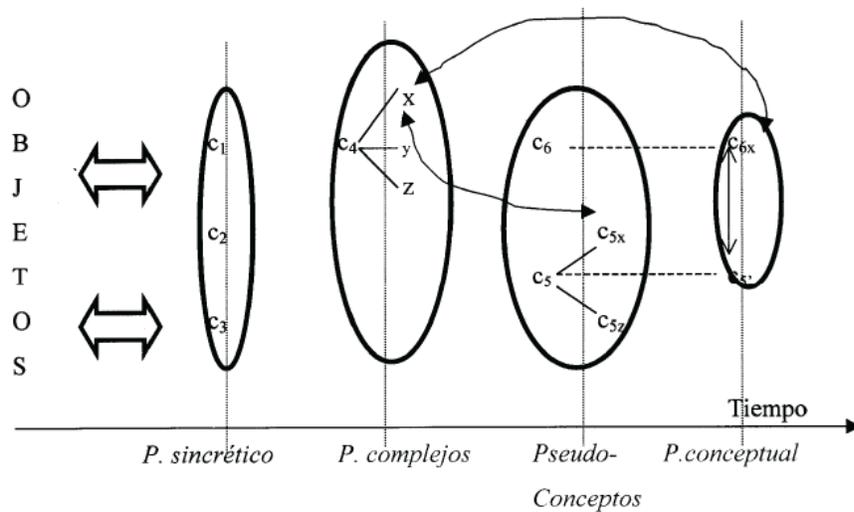


Ilustración 1

Relación entre la evolución conceptual que propone Toulmin en concordancia con la evolución psicológica del aprendiz (Stipcich & Toledo, 2001).

El gráfico muestra cómo, en una línea de tiempo, el individuo avanza desde la etapa del pensamiento sincrético hasta un pensamiento conceptual, pasando por el pensamiento en complejos y pseudo-conceptos. La educación tiene como tarea lograr que el individuo realice esta metamorfosis compenetrándose con la formación científica.

Las ideas de Vygotsky han tenido gran acogida en trabajos de investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias y su coincidencia con Toulmin es innegable. Para el primero el aprendizaje es un proceso grupal e individual en el cual el grupo brinda oportunidades para aprender y desarrollar conceptos, lo que ofrece la cultura se transforma en procesos de pensamiento lo que equivale a la apropiación de herramientas culturales. Toulmin considera el aprendizaje como un proceso de enculturación y evolución conceptual, esto es, la apropiación de

elementos culturales donde se prioriza las prácticas de grupo en permanentes procesos de innovación y selección.

El paradigma sociocultural de Vygotsky

La psicología, históricamente ha enfocado sus experimentos en lo que ha recibido el nombre de estímulo-respuesta para dar cuenta de la conducta del ser humano, en este sentido, sus experimentos tenían como objetivo principal reconocer la modificación de la respuesta en la medida que se varía o se cambia el estímulo. La psicología Pavlobiana, la psicología introspectiva y la de Woundt, han sido grandes referentes de esta técnica experimental.

A pesar de lo que ha servido a la psicología este método, el estímulo respuesta no da cuenta de las funciones psicológicas superiores, de este modo, las tendencias psicológicas se quedan sólo en este marco metodológico permaneciendo encerradas en el naturalismo psicológico; según esta vertiente, únicamente la naturaleza es capaz de afectar al hombre y por lo tanto, sólo las condiciones naturales determinan su desarrollo histórico.

Ahora bien, si se toma en consideración que el hombre es influenciado por la naturaleza, es decir, por lo que le rodea, y que además, éste a su vez modifica la naturaleza y mediante los cambios que provoca en ella crea nuevas condiciones naturales para su existencia, estamos frente a un enfoque dialéctico de la psicología.

La aproximación dialéctica se constituyó en la llave que abre la puerta para interpretar las funciones psíquicas superiores del hombre, siendo al mismo tiempo la base para nuevos métodos

de experimentación y análisis. El uso de las herramientas es un aspecto que connota dicha aproximación y es una característica especial de los seres humanos que los ha llevado a extrapolar la esfera del naturalismo para verse inmersos en otra esfera más amplia.

Considerar que solo la naturaleza transforma al hombre, conduce a la concepción de un ser humano determinado y restringido por los procesos elementales que son de tipo biológico. Las funciones psicológicas superiores, por su parte, se salen de este esquema ya que son de origen sociocultural; es por esto que el grupo o comunidad con las cuales el hombre se relaciona toma gran importancia y, por consiguiente, el aprendizaje, el pensamiento, la memoria, el desarrollo de conceptos, entre otros, adquieren una fuerte influencia externa.

Mientras que los procesos elementales le dan al niño la bienvenida al mundo permitiéndole adaptarse al él, las funciones psicológicas superiores le permiten tomar ese mundo, acogerlo, comprenderlo, transformarlo. Así pues, en el ser humano siempre se harán presentes estas dos líneas para determinar su conducta o interferir sobre ella.

El paradigma psicológico de Vygotsky, el cual es uno de los ejes de nuestro trabajo, implícitamente tiene como hipótesis que el conocimiento y toda forma superior de conducta está fuertemente definida por la cultura, la sociedad y lo individual. Este paradigma ha tenido gran apogeo en el contexto educativo, ya que logra abordar aspectos cognitivos del individuo y consigue, con acierto, integrar los procesos psicológicos y socioculturales que dan explicación a la conducta de los individuos. Para fines de nuestro estudio, es importante centrarnos en tres aspectos: la actividad mediada, la ley de la doble formación de los conceptos y la zona de desarrollo próximo.

Las raíces evolutivas, las dos formas fundamentales y culturales de conducta se hacen presentes en la infancia a través del uso de instrumentos y el lenguaje. Este hecho se ve claramente identificado cuando se analiza la memoria humana; los seres humanos recuerdan activamente con la ayuda de los signos, las personas influyen en sus relaciones con el entorno, y a través de dicho entorno modifican su conducta sometiéndola a su control (Vygotsky, 1986).

El lenguaje es el agente principal en el proceso de enculturación, el hombre se ve inmerso en un desarrollo cultural gracias a su capacidad para crear un lenguaje que le permita crear imágenes y desarrollar un material intelectual; por esta razón, existe una importante relación entre el conocimiento y el uso de herramientas y signos (Vygotsky, 1986).

A pesar de que los signos y las herramientas son análogos en el sentido de que ambos cumplen una función mediadora, no se les puede considerar isomorfos ya que poseen líneas diferentes de actividad mediada, es decir, ellos orientan la actividad humana de forma distinta.

La función de la herramienta es la de servir de conductor de la influencia humana en el objeto de actividad, de este modo es fácil ver que la herramienta se halla externamente orientada y por lo general acarrea cambios en los objetos. Por su parte, el signo, no cambia nada en el objeto de una operación psicológica, este se constituye en un medio de actividad interna cuya intención está enraizada en el dominio de sí mismo, por consiguiente el signo está internamente orientado (Vygotsky, 1995).

De este modo, la herramienta y el signo se constituyen en agentes que buscan el dominio de la naturaleza y de la conducta, si el hombre altera la naturaleza resulta alterando la naturaleza propia del hombre, además, la transición a la actividad mediada cambia fundamentalmente todas las funciones psicológicas superiores.

Ahora bien, herramienta y signo están aliados para la consecución de las funciones psicológicas superiores, y en el contexto escolar debemos aprovechar tanto las herramientas de aprendizaje, como las capacidades comunicativas que tienen los estudiantes para que ellos construyan conocimiento.

Una actividad comunicativa por excelencia está basada en la oralidad, en el uso del pensamiento y el lenguaje para expresar ideas y pensamientos; de hecho, las experiencias socioculturales y el lenguaje constantemente están potenciando los procesos de pensamiento. Cuando pensamos, estamos haciendo uso de infinidad de conceptos, que vinieron a nosotros gracias a los procesos de enculturación y al lenguaje.

Vygotsky (1986) concibe que en el desarrollo de un concepto juegan papeles importantes tanto lo sensorial como la palabra, ya que, por un lado, el significado de la palabra se basa en la apropiación de otras palabras, y por otro lado, el concepto está determinado por la cultura, es decir, es de carácter contextual.

Ya se sabe que los conceptos son agentes activos en la comunicación, la comprensión y la solución de problemas, y por lo tanto son directores de los procesos intelectuales. En nuestro trabajo, la expresión oral y la argumentación se hacen manifiestas, ya que las construcciones intelectuales de los estudiantes van a estar dirigidas y mediadas por estas formas de comunicación. Consecuentemente, es necesario reconocer que la palabra es análoga al signo y toma notoriedad en tanto se comporta como medio y llega a establecerse como símbolo.

Vygotsky (1995) centrado en el método de L. S. Sakharov llamado “Método de la doble estimulación”, concluye que:

“La formación del concepto es el resultado de una actividad compleja en la cual intervienen las funciones intelectuales básicas. El proceso, sin embargo, no puede ser reducido a la asociación, la atención, la imaginación, la inferencia o las tendencias determinantes. Todas ellas son indispensables, pero, al mismo tiempo insuficientes sin el uso del signo o la palabra, como medio a través del que dirigimos nuestras operaciones mentales, controlamos su curso y las canalizamos hacia la solución de la tarea con la cual nos enfrentamos” (p. 90).

La formación del concepto en el joven lo lleva a progresar social y culturalmente, a la vez afecta los contenidos o saberes previos reorganizando los esquemas del pensamiento. Por lo tanto, la palabra se adopta como un medio para la formación del concepto y todas las funciones elementales se incorporan a una nueva estructura elevando al máximo la capacidad de autorregulación a través de medios auxiliares (Vygotsky, 1986).

El desarrollo de los conceptos es algo que concierne a nuestro estudio, especialmente la ley de doble formación. Cuando Vygotsky (1986) busca caracterizar el proceso de internalización, el cual se define como la reconstrucción interna de una operación externa, encontramos dicha ley.

Este autor (1986) destaca las siguientes transformaciones en dicho proceso de internalización:

- Inicialmente el sujeto se enfrenta a una actividad externa, esta actividad se reconstruye y comienza a suceder internamente.
- Un proceso que es interpersonal queda transformado en otro que es intrapersonal, de este modo, toda función aparece en el niño dos veces: primero a nivel social y más tarde a nivel individual, es decir, primero se da entre personas y luego en el interior del propio niño. Esto es una ley que puede aplicarse de igual forma a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. De este modo se sigue evidenciando que

todas las funciones psicológicas superiores se originan dentro de las relaciones entre seres humanos.

- La transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos.

El aprendizaje infantil del niño se da con anterioridad a la escuela, esto implica que cuando el niño se enfrenta a un concepto en la academia este ya posee una historia previa. Vygotsky (1986) considera que es importante partir de los conocimientos previos de los estudiantes para aproximarlos a los conocimientos científicos, facilitando la producción de saberes en el aula y no limitarlos a la asimilación de contenidos.

Este autor señala también que el aprendizaje y el desarrollo están interrelacionados desde los primeros años de vida del niño; así mismo, señala que la diferencia entre lo que es el aprendizaje escolar y los conocimientos previos de los estudiantes están básicamente relacionados con el nivel evolutivo real y el nivel de desarrollo potencial. El primero hace referencia al nivel de desarrollo de las funciones mentales del niño, corresponde a lo que el niño es capaz de hacer por sí solo; el segundo describe lo que este es capaz de lograr con la ayuda o la intervención de otro, el maestro o el compañero de clase.

Consecuentemente Vygotsky determina la zona de desarrollo próximo o ZDP como las situaciones en las que un alumno aprende algo con la ayuda de un grupo, de alguien más experto, o con pares más capaces. Vygotsky (1986) la enuncia así:

“La zona de desarrollo próximo. No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinada por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencia, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (p. 133).

De esta forma, llegamos a mostrar la importancia que tiene para el hombre la actividad mediada, ya que esta es promotora de la evolución de sus esquemas mentales, esto es, la consecución de las funciones psicológicas superiores. Consiguientemente, se puede afirmar con Vygotsky que las funciones psicológicas superiores o conducta superior en el hombre están determinadas por la combinación de herramientas y signos en la actividad psicológica.

En conclusión, es de vital importancia para los alumnos el trabajo cooperativo, ya que se ofrece como una oportunidad para puedan aprender, entender y resolver algunos problemas a través de la comunicación, esto bajo la perspectiva de que el aprendizaje es un producto social.

Marco Didáctico

El cambio conceptual en sus inicios

En la actualidad, las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias se preocupan más por el modo en que los sujetos aprenden, validan teorías y en cómo razonan; cambiando así

las antiguas tendencias que buscaban métodos eficaces que facilitaran la transmisión de contenidos.

Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), nos presentan una teoría útil e interesante para la enseñanza de las ciencias: teoría de aprendizaje como cambio conceptual.

Para nosotros los docentes, no es desconocido que el producto del aprendizaje es la continua convivencia entre los saberes del estudiante y lo que se le instruye, sin embargo, en muchas ocasiones estos “pre-saberes” no se tienen presente; bien sea por carencias en la formación pedagógica de los maestros o porque desean hacer caso omiso de los mismos.

Estos autores se interesaron por detectar los errores conceptuales o “esquemas alternativos” de los alumnos, cómo estos esquemas se transforman y en algunos casos, cómo algunos de estos errores permanecen; es por esto que se han desarrollado en las últimas décadas una gran cantidad de estudios, cuyo fin es el de investigar de dónde provienen las creencias y concepciones de los aprendices.

Con base en lo anterior, Posner (1982) y su grupo citan a Driver y a Easley, quienes hacen hincapié en la necesidad de un trabajo que “se centre más en el actual contenido de las ideas de los alumnos y menos en las estructuras lógicas que se suponen subyacentes” (p. 90).

Para nuestro enfoque pretendemos centrarnos, precisamente, en estudiar las estructuras y los significados de tales ideas, cuáles son esos “esquemas alternativos” que los aprendices le dan validez para intentar explicar un fenómeno; hablando obviamente dentro del marco de las ciencias, y en este caso en particular, en el de la física.

Aunque no se ha podido establecer una teoría con fundamentos sólidos para detallar el proceso transitivo de cómo los sujetos mudan sus creencias desde un grupo de conceptos a otro, Posner y su grupo (1982) consideran al respecto que:

“Creemos que la mayor fuente de hipótesis relativas a este aspecto es la filosofía contemporánea de las ciencias, dado que una cuestión central de esta filosofía es cómo los conceptos cambian con el impacto de las nuevas ideas o de las nuevas transformaciones” (p. 90).

Por lo tanto, esta teoría nos lleva a interesarnos e investigar cuales son las condiciones para el cambio en las concepciones de los educandos ante las nuevas evidencias y representaciones.

En esta teoría los autores, de acuerdo a la filosofía de las ciencias, sugieren que se presentan en dos fases discernibles. La primera fase se construye con base en unos compromisos centrales de los científicos, estos compromisos están fundamentados en la “esencia teórica pura”; y esta puede definirse dentro de los acuerdos establecidos en una comunidad de profesionales del campo disciplinar. Estos compromisos deben gestar proyectos investigativos que deben ser implementados y defendidos de la experiencia (Posner, Strike, Hewson, & Hertzog, 1982).

La segunda fase se da cuando dichos compromisos precisan ser reformados. Esta reforma o modificación nace desde una nueva perspectiva del mundo, es decir, cuando un individuo se cuestiona, investiga y reconoce que sus supuestos necesitan ser transformados (Posner et al., 1982).

Los autores plantean dos fases en la construcción del conocimiento expuestas en esta teoría. La primera, es cuando los sujetos emplean concepciones adquiridas con anterioridad para enfrentarse a las nuevas experiencias; es por esto que muchos de los estudiantes recurren al uso

de analogías, intentando encontrar una relación que pueda cobrar validez dentro de su propia lógica; a este proceso se le denomina “asimilación” (Posner et al., 1982).

La segunda es cuando los individuos reconocen que sus concepciones son inapropiadas e insuficientes para permitirles una comprensión adecuada de la situación, lo cual los conduce a reevaluarlas y en consecuencia a reestructurarlas, en algunos casos, a sustituirlas, a esta fase se le llama “acomodación” (Posner et al., 1982).

Los autores centran su atención en esta última, basados en que los conceptos centrales de una persona parezcan algo que tenga sentido y validez, es decir que sean inteligibles al enfrentarse a un conjunto de problemas, a partir de esto argumentan cuatro condiciones que deben existir antes de la acomodación:

1. *Insatisfacción con las ideas existentes*: Este descontento se da cuando al enfrentarse a un problema dado, las concepciones que se tienen no son suficientes para resolverlo, en consecuencia se pierde la confianza en tales concepciones.

2. *Una nueva concepción debe ser inteligible*: Mejía (2006) la explica así:

“Actúa como condición necesaria más no suficiente, para generar el cambio conceptual. Está dirigida a la comprensión de la nueva concepción específicamente en lo que respecta a términos, símbolos y sintaxis. La inteligibilidad no consiste sólo en el significado de las palabras o símbolos, por el contrario requiere de construcciones e identificaciones coherentes” (p. 31).

3. *Una nueva concepción debe parecer plausible*: (Mejía Aristizábal, 2006) dice que “está relacionada con la posibilidad de ver la nueva concepción coherente con los componentes de la ecología conceptual (compromisos epistemológicos, creencias metafísicas, entre otras)” (p. 31).
4. *Un nuevo concepto debe ser fructífero*: El nuevo concepto debe ser aplicable a nuevos problemas.

Lo anterior nos lleva a reflexionar acerca de la importancia de los conceptos dentro del ámbito académico y disciplinar; dado que toda rama del conocimiento está fundamentada en estas consideraciones; y es por estos criterios que existe un orden, posibilitándole al aprendiz, diferenciar lo que es significativo de lo que no lo es. A este conjunto de conceptos que rigen el cambio conceptual, los autores, tomando el término de Stephen Toulmin (1972), lo han denominado “*ecología conceptual*”. Los autores argumentan que la “*ecología conceptual*” influencia el proceso de acomodación bajo cinco parámetros determinantes:

1. *Anomalías*: Pueden ser consideradas las fallas de una idea o concepto que no son naturales a una ecología conceptual definida.
2. *Analogías y metáforas*: Son de gran importancia ya que le otorgan un alto nivel de comprensión y permite un punto de partida para nuevas ideas.
3. *Compromisos epistemológicos*: Pueden ser vistos como ideales de búsqueda e investigación que se establecen como explicaciones satisfactorias. Además se referencia que ese conocimiento satisfactorio debe ser caracterizado por la elegancia, la moderación

(parsimonia) y la economía. Se puede entender en cuanto a la parsimonia que no abarque más de lo necesario, que sea económica en cuanto a que explique sólo lo pedido y en cuanto a la elegancia, que tenga un estilo que merezca distinción.

4. *Creencias y conceptos metafísicos*: En este caso se hace alusión a que en el trabajo científico existen un conjunto de creencias que deben regirse por el orden, la simetría y la no aleatoriedad del universo, partiendo de estos supuestos se puede admitir o no ciertas explicaciones; también juega un papel importante la relación ciencia-cotidianidad. Los conceptos metafísicos de la ciencia son inmunes a la refutación ya que pertenecen a la interpretación de la naturaleza última del universo.
5. *Otros conocimientos*: Esto se refiere a que tales concepciones pueden tener aportes de diversos campos o disciplinas, además puede aparecer conceptos más prometedores que otros.

Después de lo expuesto anteriormente se puede llegar a la conclusión de que el proceso de acomodación es una cuestión gradual y que implica un cambio drástico en la estructura conceptual de un sujeto.

Una revisión de la teoría de cambio conceptual

Después de la publicación de su teoría en el año 1982, Posner y Strike consideraron que su teoría inicial requería unas correcciones, por esta razón en el año 1992 publican una revisión a su modelo.

Dado que la base de su teoría es epistemológica y no psicológica, se sostenía en un conjunto de hipótesis generalizadas, que sugerían que el problema central era comprender de qué modo los factores de la ecología conceptual de un sujeto interactúan, progresan y cómo evolucionan con la experiencia.

Sin dejar a un lado su base epistemológica, Posner y su grupo hacen una crítica a su teoría inicial, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- En su trabajo inicial ellos ven las concepciones alternativas o preconcepciones como si estuvieran estructuradas y fueran exteriorizadas como tal, no tienen en cuenta que estas concepciones pueden tener otro tipo de representaciones como iconos e imágenes.
- Otro problema es el hecho de considerar que las concepciones alternativas son influenciadas por la ecología conceptual del alumno, a pesar de esto, estas preconcepciones forman parte de una ecología conceptual y por lo tanto están en permanente interacción y evolución.
- Otra dificultad es la de creer que el cambio conceptual es una tarea netamente racional, dejando de lado factores intrínsecos como la motivación y el deseo por el aprendizaje.

Teniendo en cuenta las falencias anteriores, Posner y su grupo en el año 1992 proponen las siguientes modificaciones a su teoría inicial (Moreira & Greca, 2003):

1. Al describir una ecología intelectual deben tenerse en cuenta una serie de factores más amplios, como los personales, sociales y los adyacentes al contexto en el que se desenvuelve el aprendiz.
2. Las preconcepciones o concepciones alternativas, además de las concepciones científicas, deben incluirse como partes que interaccionan en esa ecología conceptual y no solo como elementos afectados por dicha ecología.
3. Las preconcepciones pueden tener otros modos de representarse, pueden ejemplificarse a través de imágenes e iconos que también hacen parte de la ecología conceptual del alumno.
4. Es menester una visión más amplia, que considere todos los factores de interacción de una ecología conceptual.

En la revisión de esta teoría, se puede concluir que la ecología conceptual es considerada como la interacción dinámica entre el conocimiento y el entorno intelectual en el que se desempeña el individuo, lo cual nos permite tener una comprensión más elevada de lo que significa una ecología, no como aquello que involucra una serie de factores que permiten el cambio conceptual, sino como lo que se transforma durante ese cambio.

La perspectiva sociocultural del cambio conceptual

Kelly y Green (1998) nos ofrecen una nueva perspectiva del modelo de cambio conceptual, apoyados también en la teoría del desarrollo de Piaget, sostienen que los sujetos construyen ecologías conceptuales definidas mediante la interacción social.

Ellos argumentan que el proceso de negociación conceptual se da a través de prácticas discursivas dentro de un grupo, ya que éste desarrolla en sí, modos de percibir, actuar, evaluar y creer lo que para ellos cuenta como conocimiento. Estos modos conducen a la creación de acciones entre los afiliados a dicho grupo; en otras palabras, el grupo construye su propia cultura con el paso del tiempo y a través de la interacción continua entre los miembros; en consecuencia, se logran establecer normas, roles, derechos, deberes y metas que hacen que se consolide como grupo cultural en la vida cotidiana (Kelly & Green, 1998).

En este sentido, la normatividad y expectativas del grupo permiten que se forme el significado de lo que cuenta como ciencia, el quehacer científico, cómo lo visualizan, y estas razones en conjunto contribuyen a la historia intelectual del grupo mismo. Los conceptos, por lo tanto, son el fruto de la negociación entre los miembros y la permanencia de estos depende del uso continuo en los procesos discursivos y prácticas culturales.

Sin embargo, un sujeto puede participar en la construcción de una ecología grupal, y no necesariamente aceptarla, es por esto que es preciso aclarar que lo que propone esta ecología grupal, es que a través de las interacciones individuales y grupales se ofrezca el desarrollo de una nueva comprensión (Kelly & Green, 1998).

Los autores plantean que la importancia de la interacción de las dos ecologías radica en que se complementan entre sí, es decir, las ecologías individuales contribuyen a la formación de la ecología grupal y la ecología grupal contribuye a la evolución de la ecología individual.

Otro factor relevante para estos autores es el papel de un mediador (docente, libro, artefactos educativos, etc.), el cual es de vital importancia a la hora de validar las teorías acordadas por el grupo, el objetivo de este, es el de orientar a construir una interpretación más “aceptada” desde el punto de vista de la ciencia; así, la explicación ofrecida por este es discutida dentro del grupo y es el grupo el que finalmente elige la que consideren más “lógica”.

A la luz de esta perspectiva planteada por Kelly y Green (1998), es necesario considerar que la construcción de una ecología conceptual es un proceso dinámico, en constante evolución, determinado por las concepciones y prácticas de un grupo de permanencia.

Marco Epistemológico

Ecología intelectual

En la actualidad es imposible pensar en un mundo donde no esté la ciencia, nos referimos a ella en todo instante, se ha convertido en una parte inseparable de nuestras vidas y llegar a hacer ciencia se ha convertido en la meta de las comunidades académicas.

Si miramos atrás y observamos la ciencia a través del tiempo podemos ver que ha tenido cambios significativos, que a simple vista nos pueden parecer revolucionarios, pero no es así,

estos cambios son la acumulación de muchas modificaciones menores que han sido conservadas debido a alguna situación problemática. Para entender este cambio en la ciencia debemos fijarnos en las exigencias de cada situación y evaluar las ventajas ligadas a las novedades propuestas para dar solución a esta.

Así, los problemas en la ciencia surgen cuando nuestras ideas sobre el mundo no alcanzan a explicar lo que vemos o entran en conflicto con nuestras experiencias, de esta forma podemos pensar en los problemas como una comparación entre las “ideas” y la “experiencia”, dicho de otra manera, si comparamos lo que queremos llegar a saber y lo que ya sabemos podremos ver los problemas que aún nos quedan por resolver. Esto podría resumirse en la siguiente ecuación propuesta por Toulmin (1972):

Problemas científicos = Ideales explicativos — Capacidades corrientes.

Donde los ideales explicativos constituyen la base desde la cual se intenta explicar un fenómeno, en el caso de una disciplina, sería lo que se quiere explicar por medio de una teoría y ésta siempre será continua, ya que las disciplinas deben mantener muy claros sus objetivos y estos son lo que definen la disciplina en sí; por otra parte, las capacidades corrientes serían nuestras experiencias, todo lo que ya conocemos y podemos explicar.

Luego, si los ideales explicativos son los que definen cada disciplina, significa que cada una de ellas tiene unos intereses particulares y unos métodos específicos, por lo tanto, es imposible que exista un único ideal de explicación o justificación universal que se pueda aplicar a toda la ciencia en cualquier momento; son estas particularidades de la ciencia las que les proporcionan unos métodos y estructuras únicas así como un camino para su desarrollo a través de la historia que no es otra cosa que el refinamiento de sus ideales y objetivos.

Estos métodos y técnicas característicos de cada disciplina son producto de acuerdos comunales, y son estos elementos los que se pueden transmitir de una generación de científicos a otra. Así, el practicante debe aprender cómo y cuándo aplicar estos métodos y técnicas propios de la ciencia con el fin de explicar fenómenos que le competen a esta (Toulmin, 1972). Esto implica la apropiación del lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación de la ciencia. Por consiguiente, el principiante demuestra que ha alcanzado la comprensión de un concepto propio de la ciencia, cuando se hace evidente su capacidad al aplicar el concepto de forma correcta y precisa para resolver un problema, usando los métodos y técnicas validados dentro de la comunidad científica, así como su capacidad de reconocer las situaciones en las que es apropiado cada procedimiento (Toulmin, 1972). Sin embargo, esto no siempre se logra, en ocasiones una persona con una mentalidad teórica, perfectamente capaz de realizar cálculos elaborados con exactitud, no tiene la habilidad para identificar cuáles de esos cálculos corresponden a una determinada situación empírica. Por otro lado, podemos tener el caso contrario, una persona con mentalidad empírica que puede reconocer y comprender el significado de diferencias sutiles entre diversas situaciones, pero no posee la capacidad teórica de proseguir con las implicaciones detalladas y los cálculos correspondientes. El conocimiento científico completo supone el conocimiento tanto de los procedimientos explicativos de la ciencia como su aplicación en el mundo real.

Dado que no existe un único ideal explicativo que se pueda aplicar a todas las ciencias en todo momento y ante la imposibilidad de hallar una justificación universal, las ciencias van cambiando constantemente. Si bien las metas y ambiciones de una comunidad perteneciente a una disciplina deben mantenerse, ya que son estas las que le dan identidad a dicha disciplina, los conceptos se van modificando y son reemplazados con el paso del tiempo, de este modo varios

conceptos se pueden unir para crear uno nuevo con mayores ventajas o un concepto puede simplemente desaparecer o caer en desuso, dos conceptos se pueden unir para crear uno nuevo o un concepto convertirse en dos bien diferenciados.

Toulmin (1972) representa este proceso de cambio en tres formas, la primera llamada *transversal*, la cual consiste en tomar cortes de tiempo sucesivos a través del contenido intelectual de la disciplina en una secuencia de *conjuntos representativos* que abarquen la totalidad de los conceptos vigentes en la disciplina en un determinado lapso de tiempo; este tipo de análisis enfoca nuestra atención en la relación existente entre los conceptos del *conjunto representativo*. El segundo tipo de análisis, llamado *longitudinal*, en el cual lo que se considera es el origen, la evolución, y el destino ulterior de conceptos particulares a lo largo de toda su historia, donde se aprecian las diferentes ramificaciones o interacciones que estos sufren y que corresponden a *unidades* de cambio conceptual. Finalmente, el tercer tipo de análisis, es un híbrido entre los dos anteriores, al cual llamaremos *combinado o evolutivo*, el cual permite rastrear el origen y el desarrollo de los diferentes conceptos importantes de una sucesión de conjuntos representativos, de esta forma podremos analizar el cambio conceptual como un proceso de variación conceptual y selección intelectual.

Las variaciones conceptuales, surgen de la insatisfacción de la comunidad científica con respecto al repertorio actual, pero estas nuevas posibilidades son plausibles en tanto exista una inconformidad con los conceptos actuales y surja una nueva propuesta; también es necesario que la innovación provea una posibilidad de abordar los problemas que son fuente de la insatisfacción. Para que estas innovaciones sean fructíferas, es necesario que sean retomadas por otros colegas y se conviertan en materia prima para la evolución conceptual, de lo contrario, su uso no será prolongado. También cabe destacar que el éxito de una nueva variante conceptual, no

solo depende de la comunidad científica, también la sociedad y la cultura juegan un papel muy importante, ya sea suministrando oportunidades e incentivos a estas variaciones o por el contrario poniendo trabas en su desarrollo (Toulmin, 1972).

Toulmin (1972) sugiere que cuando hay consenso sobre los objetivos e ideales de una disciplina, se puede decir que existen aspectos claros para determinar cuáles variantes conceptuales se seleccionan y cuáles no, y como está en constante evolución, ésta situación no se mantiene; así, toda dirección estratégica alternativa no puede ser justificada con parámetros previamente establecidos, debe hacerse con base en la experiencia humana en la historia global de la disciplina.

Los hombres y las organizaciones ejercen un poder que marca el desarrollo de la ciencia, ya que si la disciplina carece de parámetros que le permitan llevar a cabo el proceso de selección intelectual, es menester recurrir a estos hombres u organizaciones para que realicen la selección, de este modo se convierten en jueces de la disciplina, lo que implica que actúen como guardianes de los ideales intelectuales colectivos de la misma. Estos jueces reciben el nombre de grupo de referencia, es integrado por quienes tienen mayor reconocimiento institucional. Este prestigio abre la posibilidad de ser miembro del grupo de referencia y se obtiene a través de medios impresos (en la actualidad también por medio de los medios virtuales) como los libros, revistas y periódicos que son avalados por las instituciones científicas (Toulmin, 1972).

Volviendo al proceso de variación conceptual y continua selección intelectual, es decir, el cambio y la continuidad conceptual preservada por los jueces de cada disciplina, se posibilitan solo en un *foro de competencia* donde las variantes conceptuales pueden probar su fuerza al demostrar sus ventajas adaptativas, al intentar ocupar un nicho (Toulmin, 1972).

Los nichos en las ciencias biológicas son un conjunto de necesidades (alimentación, protección, reproducción, etc.) relacionadas con la forma en la que cada especie las aborda. Estableciendo una analogía con el plano conceptual, un “nicho” puede entenderse como la relación entre la necesidad de explicar algo y la forma en la que un concepto suple esa necesidad explicativa.

MacArthur establece que en las poblaciones biológicas para que dos especies sean competidoras deben tener nichos sobrepuestos (citado por Soberón Mainero, 1989), análogamente en el campo conceptual, es lo que nos permite establecer que dos conceptos compiten sólo cuando sus nichos estén sobrepuestos, es decir, cuando intenten dar cuenta de un mismo fenómeno o suplir una misma necesidad conceptual.

De esta forma cuando un concepto perteneciente a una disciplina entra en conflicto con nuestras ideas, con las evidencias o simplemente ya no cumple su función a cabalidad, se crean variaciones conceptuales con el fin de satisfacer las necesidades de la disciplina, entonces se da una lucha entre estos por ocupar un mismo nicho, así es como la disciplina va evolucionando. Pero a nosotros particularmente nos interesa es la relación que existe entre los diferentes nichos y las exigencias conceptuales que tiene la disciplina, a esta relación es lo que llamamos “ecología intelectual”.

De nuevo Toulmin acuña este término de “ecología intelectual” como una analogía con las ciencias biológicas, donde podemos pensar en una ecología como la relación que tiene cada especie con su entorno, desde sus funciones, necesidades, su forma de suplirlas, su relación con otras especies, entre otras; así podemos hablar de una ecología intelectual como la relación que tienen los nichos conceptuales con los ideales explicativos propios de cada disciplina.

Con esta postura Toulmin propone una nueva forma de mirar los criterios de racionalidad en las ciencias, un punto de vista que se encuentra en el intermedio entre las posturas absolutistas y relativistas, la primera establece que un modelo único, objetivo y absoluto para determinar lo que es ciencia, el segundo es todo lo contrario, este acepta cualquier método sin cuestionar sus reglas o criterios de validez. Entonces, Toulmin propone que al no existir realmente algún criterio de racionalidad universalmente aplicable a todas las disciplinas, pero frente a la necesidad de emitir juicios imparciales, se debe juzgar la racionalidad no exclusivamente desde los términos lógico – formales sino en términos ecológicos y contextuales (Tamayo Valencia, 2011) y es ahí donde se hace importante el caracterizar una ecología intelectual.

Para concluir, podemos decir que las disciplinas están en constante evolución, a través de la variación conceptual, sin embargo, siempre van a mantener constantes sus ideales explicativos (lo que se quiere explicar) por medio de la enculturación, este proceso supone un aprendizaje, por lo cual ciertas habilidades explicativas se transfieren, con o sin modificaciones, en este aprendizaje se transmiten los métodos, técnicas, procedimientos y habilidades intelectuales que se emplean para dar explicación de sucesos y fenómenos de la ciencia involucrada, estos elementos deben ser aprendidos, probados, criticados, aplicados y cambiados (Toulmin, 1972).

La argumentación y el uso de los argumentos

En la historia del ser humano, la argumentación como proceso discursivo ha tenido como finalidad convencer, persuadir o refutar a un receptor. Es por ello que ha sido objeto de estudio para pensadores antiguos como Aristóteles y contemporáneos como Toulmin.

Aristóteles, quien es considerado el padre de la lógica tradicional, le asigna a la argumentación dos objetivos fundamentales, el primero tiene que ver con la intención de convencer y ganar en las discusiones; el segundo implica la interpretación del mundo a través del logos, es decir, el lenguaje o la palabra; esto nos lleva a considerar la visión filosófica de la argumentación.

La lógica y sus sistemas formales han atendido los esquemas de razonamientos de un modo simplista, dejando de lado los usos de la argumentación pertenecientes al ámbito cotidiano y cultural.

A pesar de la estrecha relación entre la argumentación y el razonamiento en términos discursivos, es importante considerar las diferencias entre ellos con el fin de entender mejor estos procesos. Un razonamiento constituye una relación entre proposiciones donde unas son premisas y otras conclusiones; por otra parte, un argumento se establece como un conjunto de actos lingüísticos y no lingüísticos cuyo objetivo es convencer, persuadir o resolver desacuerdos entre personas (Harada, 2009).

Para aminorar las falencias discursivas que la lógica formal no tiene en cuenta, Toulmin propone un modelo de argumentación derivado del modelo jurídico y aristotélico, adaptándolo a las necesidades y hábitos de los procesos comunicativos. A pesar de las críticas que ha recibido el modelo argumental de Toulmin, no es nuestro interés profundizar en si su modelo se diferencia o se asemeja con la lógica formal, ya que nuestro enfoque está en concebirlo como una guía para la construcción de esquemas que faciliten la comprensión y el análisis de textos o diálogos argumentativos.

Este modelo heurístico aborda un nuevo problema: dada una aseveración o pretensión ¿Cómo conseguir que la acepten?; a diferencia de la lógica formal, que se aplica a argumentos ya establecidos, buscando el análisis y la validez de los mismos (Harada, 2009). El modelo toulminiano consta de las siguientes categorías: datos, garantías, respaldo, cualificadores modales, refutación o reserva y conclusión.

Cuando hacemos una aseveración, esta puede ser aceptada o no por el interlocutor, en caso de que sea puesta en duda debemos ser capaces de defenderla, para ello recurrimos a datos que la apoyan y den bases a la afirmación, aun así, el interlocutor puede continuar dudando de nuestros juicios, así que no bastará con que ofrezcamos datos que la afirmen y nos veremos obligados a recurrir a garantías (reglas, leyes, principios, enunciados) que nos permitan realizar inferencias en lugar de agregar información adicional, (Toulmin, 2003). Si el interlocutor desafía las garantías, el proponente tendrá que hacer uso de un respaldo el cual consiste en “información general adicional propia del campo argumentativo particular al interior del cual está argumentando” (Harada, 2009); estos campos presentan reportes de tipo estadístico o lingüístico.

Así, justificar una aseveración se puede constituir en un proceso inagotable, es por esto que se alcanzan acuerdos sobre los argumentos a fin de hacer este proceso finito, ya que en este punto es poco razonable exigir pruebas adicionales.

En un momento dado puede surgir un contraargumento o refutación que deja entrever las limitaciones de la conclusión, éste se constituye en la excepción de la aserción.

Por otro lado, las aserciones tienen diferente grado de generalidad, de este modo entra en juego una categoría denominada cualificadores modales, ellos revelan la fuerza de la conclusión,

se establecen en términos probabilísticos y pueden usar términos como: probablemente, tal vez, algunas veces, seguramente, siempre, algunos, pocos, entre otros.

Finalmente está la conclusión, elemento que se hace explícito a partir de los elementos anteriormente mencionados, es lo que se defiende o debate y su grado de validez depende del uso que se haga de ellos.

Ahora bien, tomando el modelo argumental propuesto por Toulmin como un modelo heurístico para el análisis de los argumentos usados para dar cuenta de un fenómeno, nos vemos obligados a atender las categorías de argumentación. El mismo Toulmin nos provee de seis calidades que poseen dichos argumentos, estas son: argumentos formalmente válidos, argumentos formalmente no válidos, argumentos que establecen garantías, argumentos que hacen uso de garantías, argumentos sustanciales y argumentos analíticos.

Los argumentos analíticos poseen las mismas características que los razonamientos, Toulmin (2003) afirma que “un argumento que parta de D para llegar a C será denominado analítico si, y solo si, el respaldo para la garantía que lo legitima incluye implícita o explícitamente, la información transmitida en la propia conclusión” (p.167). A diferencia de los argumentos analíticos, los argumentos sustanciales sugieren un respaldo que no contiene información transmitida en la conclusión y tienen la forma “D, R y también C” (Toulmin, 2003).

Los argumentos que hacen uso de garantías son aquellos que se apoyan en un único dato para lograr establecer una conclusión y para ello recurre a alguna garantía cuya aceptabilidad se da por supuesta; por otro lado los argumentos que establecen garantías se evidencian en las publicaciones científicas y su cualidad primordial es que se acepta una nueva garantía, la cual

queda clara mediante la aplicación a una serie de casos en los que los datos y la conclusión han sido verificados de antemano de modo independiente (Toulmin, 2003).

A modo de conclusión, el modelo argumental de Toulmin se constituye para nosotros en una herramienta heurística que nos permitirá analizar el proceso discursivo de un grupo de estudiantes y clasificar dichos argumentos, ya sea de acuerdo con las categorías argumentales propuestas por Toulmin, por la completitud de los mismos y/o por la relación de estos con las exigencias disciplinares del objeto de estudio.

MARCO DISCIPLINAR

Campo Eléctrico

La electricidad es un componente básico y es tan cotidiano que pocas veces nos preguntamos lo que es, la forma en la que funciona, cómo fue descubierta y estudiada. Su descubrimiento y su posterior estudio son de vital importancia para nuestro trabajo ya que es necesario entender la forma en la que se desarrolló el concepto de campo eléctrico y de esta forma, tratar de entender cómo se estructura una ecología intelectual alrededor de este concepto.

El concepto de campo eléctrico tiene un largo devenir histórico, pero lo cierto es que casi toda la teoría relacionada con la electricidad es relativamente nueva; sin embargo, las antiguas civilizaciones tenían conocimientos empíricos sobre formas básicas de electrificación; los griegos como Tales de Mileto sabían que si se frotaba ámbar contra otro material este ganaba la

propiedad de atraer pequeños trozos de paja, de hecho las palabras electricidad, electrón o electrónica tienen origen en la palabra griega con que representaba el ámbar, *elektrón*; aunque nunca encontraron una justificación para esto, sólo hacia finales del siglo XVI se comenzó un estudio formal de las interacciones eléctricas, por parte del médico personal de la reina Isabel I de Inglaterra, William Gilbert, el cual realizó una gran cantidad de experimentos y determinó que existen numerosos materiales que al ser frotados presentaban propiedades similares al ámbar, además de minuciosos estudios sobre el magnetismo consignados en su libro *De Magnete*, el cual contiene una descripción cualitativa de las propiedades de los imanes, Gilbert fue partidario del sistema copernicano y esperaba demostrar el movimiento orbital de la tierra alrededor del sol por medio de las interacciones magnéticas (Gamow, 1960). En esta época también se definieron dos tipos de fluidos eléctricos el vítreo y el resinoso.

Posteriormente Haukesbee en 1705 construyó el primer electroscopio, que consistía de una varilla metálica a la cual se le ponía en uno de sus extremos dos pajas suspendidas cara a cara, la idea era que cuando se cargara la varilla también se cargarán las pajas con el mismo tipo de electricidad o fluido eléctrico, en la actualidad aún se usa esta idea de electroscopio, con la diferencia de que se cambia las dos pajas por dos hojas finas de oro, en nuestro trabajo también usaremos un electroscopio igualmente sencillo y construido con materiales de fácil acceso.

Por la misma época se publicaron los estudios del estadista y escritor norteamericano Benjamín Franklin en su libro *Experiments and observations on electricity made at Philadelphia in America* en 1753, publicación que le hizo merecedor del nombramiento en la real academia de las ciencias en París, donde proponía que el fluido vítreo era la única clase que existía y que los diferentes tipos de electrificación se debían a un exceso o falta de este fluido eléctrico

(Gamow, 1960), así, cuando un cuerpo tenía un exceso se decía que estaba cargado positivamente y cuando tenía una deficiencia se le denominaba como cargado negativamente .

Hoy en día esta hipótesis no es válida porque sabemos que existen partículas elementales que tienen carga positiva (protones) y otras que tienen carga negativa (electrones), y que en un cuerpo sin carga neta tiene igual cantidad de ambas, sin embargo se dice que cuando un cuerpo tiene exceso de electrones está cargado negativamente y cuando tienen una deficiencia de los mismos se dice que está cargado positivamente.

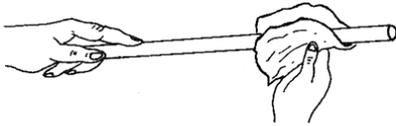
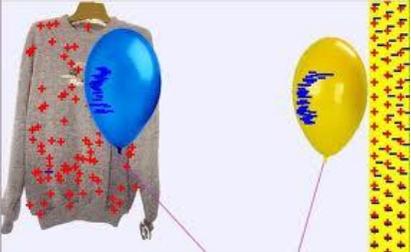
Durante la segunda mitad del siglo XVII una gran cantidad de científicos en muchos países se dedicaron a estudiar las interacciones eléctricas de una forma más cuantitativa, el más notable de ellos fue el francés Charles Agustín de Coulomb, el cual desarrolló un dispositivo para medir fuerzas muy débiles, al cual llamó *el péndulo de torsión*, que consistía en una varilla ligera colgada de forma horizontal de un delgado hilo, en los extremos de la varilla se encontraban balaceadas dos esferas, cuando se cargaba una de las esferas y en sus cercanías se colocaba otra también cargada, la esfera móvil (la de la varilla) hacía girar la varilla en torno al punto de suspensión hasta que la torsión del hilo igualaba la fuerza actuante sobre la esfera. Como el hilo es muy delgado una pequeña fuerza sobre la esfera produciría una rotación considerablemente proporcional a la fuerza; con este dispositivo Coulomb descubrió la ley que lleva su nombre la cual establece que la interacción electrostática varía conforme al inverso del cuadrado de la distancia al igual que lo hacía la gravedad propuesta por Newton. Luego el físico y químico inglés Henry Cavendish empleó un dispositivo similar para medir las fuerzas gravitacionales sumamente pequeñas entre pequeños objetos y sobre la base de estos experimentos logró fijar la masa exacta de la tierra.

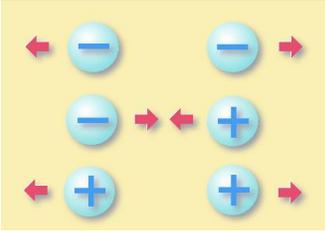
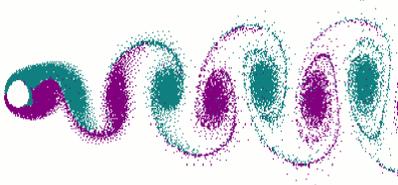
A pesar de que la idea de Newton sobre la gravedad como una fuerza a distancia estaba en auge por esta época, aún era algo muy difícil de entender, porque no era fácil concebir la idea de que un cuerpo ejerciera una fuerza sobre otro sin ningún tipo de contacto como si fuera algo mágico, así que se crearon varias teorías acerca de un mecanismo que permitiera a esta fuerza a distancia viajar desde un cuerpo hasta el otro, una de estas teorías proponía que el éter que era una sustancia sutil e imperceptible que cubría todo el espacio, se arremolinaba a causa de un cuerpo y este remolino viajaba hasta el otro cuerpo y así el primer objeto podía ejercer una fuerza sobre el segundo sin necesidad de estar en contacto.

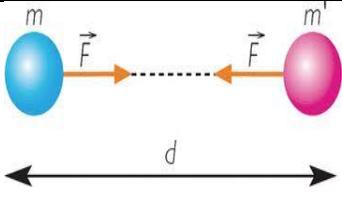
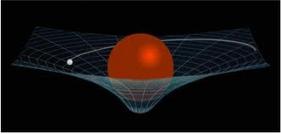
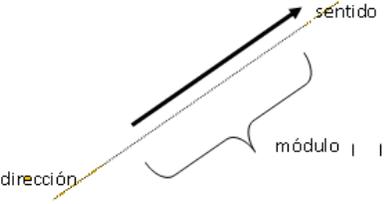
Algunos años después, esta idea seguía siendo difícil de aceptar por algunos científicos como el brillante Michael Faraday, el cual al tener pocos conocimientos matemáticos no podía ser lo que hoy llamamos físico teórico, pero lo cierto es que a la hora de crear una teoría física las matemáticas se convierten en un arma de doble filo. Así, para la sencilla pero brillante mente de Faraday dicha idea de fuerza a distancia carecía de fundamento físico, por el contrario pensaba que el espacio entre dos cargas debería ser *algo* que pudiera tirar o empujar (Gamow, 1960). Esta idea de Faraday era en cierto modo ingenua y cualitativa, pero abrieron toda una nueva forma de pensar la física, así las fuerzas a distancia entre cuerpos fueron remplazadas por *algo* repartido por todo el espacio entre los cuerpos que podía ser medido en cualquier punto. Esta idea introdujo a la física la noción de *campo de fuerzas* o simplemente *campo* que posteriormente recibiría su sustentación matemática por parte del célebre científico escocés James Clerk Maxwell, cuya obra más importante fue la formulación matemática de las ideas de Faraday sobre la naturaleza y las leyes del campo electromagnético. En consecuencia, Maxwell formuló sus famosas 4 ecuaciones que describían con bastante precisión todos los fenómenos electromagnéticos conocidos hasta la época.

Concluimos este breve resumen de la historia del campo eléctrico desde sus inicios, desde la electrificación del ámbar por parte de los antiguos griegos, pasando por los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX donde el estudio de la electricidad llegó a su máxima expresión gracias a los aportes de Maxwell, pudiendo ver en el camino la cantidad de conceptos que fue necesario desarrollar para poder llegar a una óptima comprensión de estos fenómenos, con base a esto podemos establecer cuáles son las exigencias disciplinares sobre las cuales se construye el concepto de campo eléctrico.

A continuación presentamos una tabla que resume este apartado histórico y que se constituye en las exigencias disciplinares del concepto de campo:

	TERMINOLOGÍA	REPRESENTACIÓN	ÁMBITO DE APLICACIÓN
Electrificación	<p>William Gilbert (1544-1603) encontró que numerosos materiales (vidrio, azufre, sal, resina...) presentaban al ser frotados propiedades similares a las del ámbar, los llamó eléctricos.</p> <p>Stephen Gray (1670 - 1736) realizó algunos experimentos y encontró que la electricidad se transfería de unos cuerpos a otros si se conectaban con un material metálico.</p>	 <p style="text-align: center;">Electrización por frotamiento.</p> <p style="text-align: center;">Ilustración 2</p> <p>Recuperado de: http://www.pps.k12.or.us/district/depts/edmedia/videoteca/curso3/html/SEC_65.HTM</p>  <p style="text-align: center;">Ilustración 3</p> <p>Recuperado de:</p>	<p>Creación de dispositivos que permitan generar las características eléctricas lo que facilita el estudio de estas.</p> <p>Poder electrificar objetos con una determinado tipo de carga</p>

		http://electricidad1234567.blogspot.com/2013/01/electrizacion-de-los-objetos-carga-por.html	
Carga eléctrica	<p>Antoine Nollet (1700- 1770) habla de dos tipos de fluido eléctrico (vítreo y resinoso)</p> <p>Lichtensbergh habla de dos clase de electricidad, positiva (la del vidrio) y negativa (la de la ebonita o ámbar).</p>	 <p>Ilustración 4</p> <p>Recuperado de: http://celectricasinfo.blogspot.com/2013/01/los-atomos-y-las-cargas-electricas.html</p>	<p>Entender porque hay diferentes tipos de interacciones eléctricas (atractiva o repulsiva)</p>
Éter	<p>El problema de Maxwell se centraba en dar con un modelo del éter del campo electromagnético que incorporara la masa y elasticidad necesarias para la velocidad finita de la inducción y que fuera coherente con los fenómenos eléctricos y magnéticos ya conocidos. Las ideas de Faraday jugaron un papel muy importante en la construcción de dicho modelo, así como los denominados remolinos de Thomson.</p> <p>Creía que el campo electromagnético realmente estaba constituido por un éter</p>	 <p>Ilustración 5</p> <p>Recuperado de: http://www.mirtanarosky.com.ar/abstracciones.html</p> 	<p>Explicación corpuscular sobre las fuerzas a distancia.</p> <p>Permite entender el espacio y la materia como una única entidad, lo que descarta la idea de vacío</p>

	<p>subordinado a las leyes de la mecánica newtoniana.</p> <p>El modelo consistía en suponer que la masa de los remolinos depende de la permeabilidad magnética del medio y que la electricidad está constituida por bolitas que separan unos remolinos magnéticos de otros</p>	<p>Ilustración 6</p> <p>Recuperado de: http://trascendermentecero.blogspot.com/2011/05/liberacion-el-termino-realmente.html</p>	
<p>Fuerza a distancia</p>	<p>Distancia en el espacio Bernoulli, Priestly, y Cavendish llegaron a la conclusión de que la interacción electrostática varía conforme al inverso del cuadrado de la distancia, igual que la gravitatoria.</p> <p>En 1785 Charles Coulomb (1736- 1806) midió esa dependencia estableciendo la Ley que lleva su nombre.</p>	 <p>Ilustración 7</p> <p>Recuperado de: http://fm-fuerzas.blogspot.com/p/pagina.html</p>  <p>Ilustración 8</p> <p>Recuperado de: http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm</p>	<p>Explicación de la interacción gravitacional y electromagnética y de que se pueden dar a través del vacío.</p>
<p>Vectores</p>	<p>Los vectores como una magnitud dirigida y su diferencia con las magnitudes escalares</p>	 <p>Ilustración 9</p> <p>Recuperado de:</p>	<p>Facilita un estudio matemático de las magnitudes físicas</p> <p>Crear una representación gráfica de un</p>

		http://fisimetria.es.tl/MAGNITUD-ES-F%C3%93SICAS-Y-VECTORIALES.htm	campo por medio de varios vectores que representen la magnitud y dirección del campo en un determinado punto.
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 1

MARCO METODOLÓGICO

El Estudio de Caso

Para nuestra investigación hacemos uso de la metodología de estudio de caso propuesta por Stake (1998), ya que es adecuada para el tipo de investigación que pretendemos llevar a cabo (la determinación de una ecología intelectual escolar mediante el análisis de los esquemas argumentales.), además de caracterizarse por ser cualitativa.

El estudio de caso permite analizar la especificidad, ya que se dirige hacia el esclarecimiento de hechos e incidentes, además proporciona tácticas para la recolección de datos tanto de carácter bibliográfico como personal, adaptándose a las necesidades de quien investiga, permitiéndole captar y dar sentido a todo aquello que hace parte de una situación y que le asigna a ésta un significado particular.

Esta metodología recomienda estrategias para la recopilación y clasificación de la información, de las cuales empleamos las siguientes:

- La entrevista etnográfica
- La encuesta diagnóstica
- Los diarios de campo
- Grabaciones en audio y video
- Talleres y actividades experimentales

Nuestra obligación al realizar un estudio de caso, es comprender el caso específico incluyendo todas las variables que contempla con la intención de aprender de éste, por lo tanto, la correcta selección es importante con el fin de favorecer el aprendizaje.

“Trabajar en un caso es entrar en la vida de otras personas con el sincero interés por aprender qué y por qué hacen o dejan de hacer ciertas cosas y qué piensan y cómo interpretan el mundo social en el que viven y se desenvuelven” (GRUPO L.A.C.E. HUM 109, 1999) (p.9).

Descripción de los Instrumentos y Herramientas

El primer instrumento fue la entrevista etnográfica, con ésta pretendimos dar cuenta de las generalidades del caso, abarcaba aspectos socioeconómicos y cualitativos como los intereses personales; el análisis de ésta se amplía en la descripción del caso.

El segundo instrumento consiste en una encuesta diagnóstica seguida de una actividad exploratoria, con ello se pretende dar cuenta de lo que los estudiantes saben acerca de la composición de la materia, los tipos de electrificación y la manera en que conciben la interacción entre cuerpos cargados.

El tercer instrumento, busca que los estudiantes se acerquen al concepto de campo eléctrico por medio de unas actividades experimentales, de las cuales algunas son presentadas en video, dado que estas actividades requerían de elementos con los que no contábamos en la institución educativa, en estos videos los estudiantes observan cómo cambia el medio alrededor de uno o dos cuerpos cargados.

Los instrumentos 2 y 3 parten de actividades experimentales y son guiados por preguntas que faciliten la discusión, la polémica y la negociación, de tal modo que ellos logren llegar a consensos que den explicación al fenómeno.

El Esquema Argumental

La herramienta que vamos a utilizar para organizar y analizar los argumentos es el esquema propuesto por Stephen Toulmin, este esquema tiene propiedades que nos permiten estudiar dichos argumentos a partir de su completitud y los tipos de argumentos (sustanciales y analíticos), además nos permite ubicar cada argumento en un determinado nivel epistémico. La herramienta se muestra a continuación:

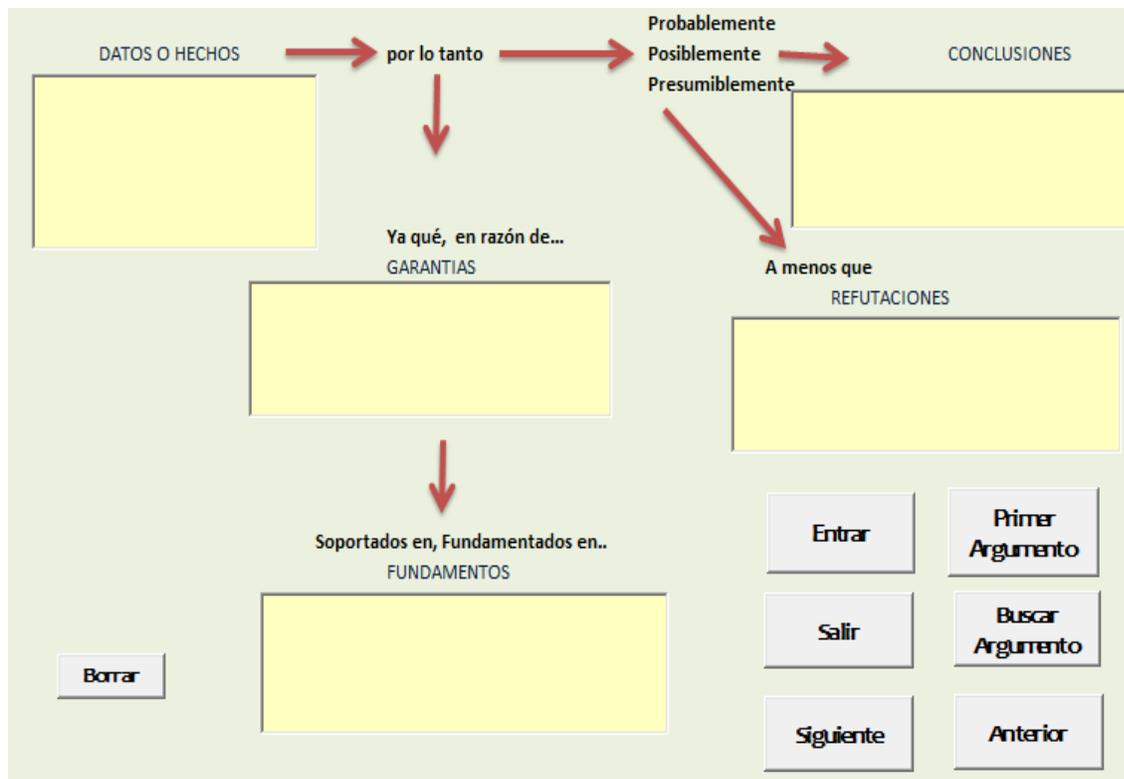


Ilustración 10

Los niveles epistémicos, como su nombre lo indica, se construyeron en relación con la evolución histórica del concepto de campo eléctrico y pretende poner en evidencia la relación entre las concepciones de una determinada época histórica y la que está presente en los argumentos de los estudiantes. Los niveles epistémicos concernientes al campo eléctrico son los siguientes:

Niveles epistémicos	
Nivel 1	Comprensión de las interacciones eléctricas de forma netamente empírica como la que tenían los antiguos griegos, quienes sabían que al frotar ámbar este adquiría la capacidad de atraer pequeños trozos de paja.
Nivel 2	Comprensión de la interacción eléctrica debida a un exceso o déficit de fluido eléctrico, éste se gana o se pierde por el frotamiento entre distintos materiales.
Nivel 3	Comprensión de la interacción eléctrica como una fuerza a distancia entre cargas
Nivel 4	Comprensión de la interacción eléctrica como una modificación del medio debido a la presencia de cargas eléctricas

Tabla 2

Por otro lado, la caracterización de la completitud de los argumentos por medio de la presencia o ausencia de los elementos propuestos por Toulmin en su esquema argumental, nos permite identificar la calidad de los argumentos de los estudiantes. En la siguiente tabla se consideran los siguientes niveles relacionados con la completitud, independientemente de si tienen cualificador modal (M) o no:

Niveles estructurales de los argumentos	1	2	3	4	5
D-C D-M-C	x				
D-R-C D-R-M-C		x			
D-G-C D-G-M-C			x		
D-G-R-C D-G-R-M-C				x	
D-G-R-E-C D-G-R-E-M-C					x

Tabla 3

El primer nivel de completitud estaría determinado por los argumentos que van directamente desde los datos (D) a las conclusiones (C). El segundo nivel está conformado por los argumentos que parten de unos datos (D) y haciendo uso de un respaldo (R) se llega a conclusiones (C). El tercer nivel es considerado para aquellos argumentos que a partir de unos datos (D) se obtiene una conclusión (C) pero mediado por garantías (G). El cuarto nivel se reserva para los argumentos que a partir de datos (D) se consiguen conclusiones (C) haciendo uso tanto de respaldos (R) como de garantías (G). Finalmente, el quinto nivel de completitud alberga aquellos argumentos que no solo consideran los datos, respaldos y garantías para llegar a una conclusión, sino que también tiene en cuenta las posibles excepciones (E) o refutaciones.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Descripción del Caso

La institución

La institución INEM José Félix de Restrepo, está ubicada en el barrio el Poblado de Medellín, es de carácter público y además se destaca por ser uno de los colegios más grandes de Antioquia, el mejor Colegio Oficial del valle de Aburrá, con desempeño superior en pruebas ICFES y es uno de los colegios más Importantes de Colombia, tanto en extensión como en población estudiantil.

El INEM José Félix De Restrepo cuenta con 10 bloques cada uno se divide en dos partes, a y b; cuenta con 7 canchas, 1 piscina semi-olímpica, un gimnasio, 2 coliseos, 2 parqueaderos, 3 porterías, 15 cafeterías, una papelería, una micro-empresa, tiene su propia cooperativa (coopinem), una biblioteca, 3 sedes, 3 salas de proyecciones, 6 auditorios, 18 salas de computadores, zonas verdes, pasillos que comunican todos los bloques, etc.

Este centro educativo ofrece las siguientes ramas o modalidades de capacitación, agrupando los grados así: en VI y VII Rotación Vocacional; en VIII y IX Exploración Vocacional; X y XI

Orientación Vocacional.

RAMAS Grados VI-IX	ESPECIALIDAD (RAMA) Grados X-XI	SALIDA OCUPACIONAL	CONVENIO
ACADÉMICA	ACADÉMICA	PROFUNDIZACIÓN	Humanidades
			Ciencias y Matemáticas
			Procesos matemáticos
INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	Química Industrial	POLITECNICO JAIME ISAZA CADAVID
		Electrónica	SENA
		Electricidad	SENA
		Metalistería	SENA
		Construcciones	SENA
		Diseño de Productos: Madera	SENA
		Diseño de productos: Modas	EN PROCESO SENA
ARTES	ARTES	Plástica	
		Música	
PROMOCIÓN SOCIAL	PROMOCIÓN SOCIAL	Gestión Social.	En Proceso
		Gastronomía	SENA
COMERCIO	COMERCIO	Contabilidad	Politécnico Jaime Isaza C SENA
		Archivística	Actualmente no se ofrecen, pero está aprobado
		Administración Comercial	Tecnológico de Antioquia Politécnico Jaime Isaza C.
INFORMÁTICA	INFORMÁTICA	Administración de Redes	SENA - FUNLAM
		Sistemas Informacionales	SENA - FUNLAM
		Programación	POLITECNICO JAIME ISAZA CADAVID
		Ensamble, Mantenimiento y reparación de computadores	
DEPORTES	DEPORTES	Educación Física y Deportes	FUNLAM

Tabla 4 (Intitución educativa Inem José Félix de Restrepo, 2013)

Al finalizar el ciclo de Rotación Vocacional, los alumnos escogen la rama a la cual desean pertenecer, y son promovidos a éstas, dependiendo de los resultados obtenidos y de la disponibilidad de cupos.

Durante el ciclo de Exploración Vocacional, los alumnos, ya divididos por ramas, dejan de rotar y asisten a clases especializadas de la rama a la cual pertenecen, antes de iniciar el ciclo de Orientación Vocacional.

Dentro de sus planes para el 2015 está caracterizarse por su educación diversificada y destacarse no sólo por ser un centro investigativo, en los niveles preescolar, básica y media; sino también por ser un centro de innovación técnica y tecnológica en Antioquia. Con el fin de formar integralmente ciudadanos autónomos, críticos, creativos, democráticos que valoren el saber científico, social y cultural, sujetos activos en producción de nuevos conocimientos competentes para desempeñarse laboralmente y/o continuar en la cadena de formación técnica, tecnológica y profesional (Intitución educativa Inem José Félix de Restrepo, 2010).

El grupo en general

Cuando se realiza un trabajo investigativo de tipo cualitativo con sujetos pertenecientes a una comunidad educativa, es necesario considerar los factores que determinan la vida de estos individuos, como el contexto, la condición socioeconómica y la cultura, entre otros. Dado que las poblaciones humanas son bastante heterogéneas, no es pertinente generalizar estos factores, incluso en grupos pequeños, por lo tanto es necesario indagar por las particularidades de cada

individuo y organizar estadísticamente la información con el fin de tener una visión global del caso.

Para nuestro caso en particular, tomamos un grupo de 21 estudiantes del grado undécimo, de la modalidad comercial- administrativa, con edades entre los 16 y 18 años, en igual proporción entre hombres y mujeres, de los cuales tres de ellos son mayores de edad, y gran parte tienen 16 años.

Estos estudiantes han estado durante varios años en la institución, la mayoría de ellos todo su bachillerato, uno de ellos desde la primaria y otro desde hace sólo 2 años; lo que nos indica que ingresaron desde muy jóvenes al centro educativo por lo que ya han tenido tiempo para adaptarse al entorno institucional, compartir con sus pares, y crear un ambiente de camaradería.

Este grupo está conformado por estudiantes de los estratos 2, 3, 4 y 5; un gran porcentaje de estos estudiantes son del estrato 2, el siguiente estrato significativo es el 3, seguido del 4 y finalmente encontramos que hay un estudiante perteneciente al estrato 5; distribuidos en todo el municipio de Medellín, en sus diversas comunas y algunos municipios aledaños como Itagüí, Bello y envigado; por lo que podemos concluir que en general los estudiantes viven retirados de la institución por lo que tienen que usar algún medio de transporte como el metro o el sistema de buses.

Además de indagar sobre los aspectos socioeconómicos, vimos la necesidad de interrogarlos sobre sus intereses, prioridades, tiempo dedicado al estudio dentro del ámbito académico; con preguntas como “¿Cuál es tu prioridad cuando vas al colegio?” a la cual respondieron de forma unánime que su prioridad era aprender; también indagamos sobre su opinión con respecto al centro educativo y pudimos observar que en general es buena.

También se les cuestionó sobre la importancia de las bibliotecas en sus labores académicas, de los cuales el 66% respondieron que era mucha y sólo un 4% contestó que ninguna, así mismo, el 61% de los estudiantes declaró que asumen con frecuencia lecturas que no hacen parte de sus obligaciones, mientras que el 9% sólo se interesan por las que se le imponen en la institución, por lo tanto, para este grupo de estudiantes podemos concluir que la lectura es un aspecto importante en sus vidas.

Así mismo, se les interrogó por los factores motivacionales en su desempeño escolar, en este aspecto se hicieron preguntas como “¿Qué asignaturas no te motivan a aprender?” en la cual observamos que existe un rechazo hacia las matemáticas y la física, sin embargo, no es generalizado en el grupo, y también se indagó por el interés que tienen los estudiantes por la asignatura de física, en la cual expresaron en su gran mayoría que les interesa aprenderla. Con base en lo anterior podemos concluir que nuestro grupo si bien no son apasionados por la física, tampoco tienen una apatía total hacia esta, esta conclusión se soporta también en otro cuestionamiento acerca de qué concepto tiene para ellos las matemáticas y la física, donde las respuestas que predominaron fueron, “difíciles y necesarias” para el 33% seguida de “necesaria” para el 19%, y respuestas como “difíciles e innecesarias” a la cual contestaron sólo el 4%.

Además de estos factores motivacionales, también se preguntó por el aspecto social entre ellos, principalmente se indagó por la forma en que ellos realizan sus trabajos, tareas, talleres y demás deberes académicos, se evidenció una gran unidad grupal dado que el 76% de ellos contestaron que realizan sus actividades académicas en grupo, lo que nos lleva a concluir que son estudiantes a los cuales les gusta trabajar en equipo, lo cual es muy beneficioso para nosotros dado que este tipo de trabajo es de vital importancia para nuestra investigación, puesto que

favorece la discusión, los consensos, los disensos, etc... elementos que son piezas claves para caracterizar la ecología intelectual que posee el grupo.

Con base a todos los cuestionamientos antes mencionados podemos deducir que nuestro grupo es mixto, compuesto prácticamente por la misma cantidad de hombres y de mujeres, con edades distintas que oscilan entre los 16 y 18 años; que tienen una situación socioeconómica estable, en la cual no tienen muchos recursos, pero tampoco hay carencia de estos ya que en general los estudiantes son de clase media; también podemos concluir que ellos no son negligentes para aprender física, si bien la consideran una asignatura difícil, también reconocen que es necesaria y asisten a las clases con la motivación de aprender. Otra característica del grupo es que le gusta la lectura y que le dan importancia al uso de las bibliotecas así como al trabajo en equipo; por lo que lo consideramos un grupo propicio para llevar a cabo nuestra investigación.

El caso específico

En lo antes mencionado pudimos llegar a la conclusión de que el grupo se presta para realizar la actividad investigativa, sin embargo, nuestro propósito no es llevarla a cabo con todo el grupo sino con un pequeño subgrupo de ellos conformado por 3 estudiantes.

Era menester hacer una descripción general del grupo para poder tratar de comprender cuál es el ambiente en el que está incluido el subgrupo que va ser objeto de nuestra investigación. Este subgrupo fue seleccionado por ser heterogéneo, en éste se puede apreciar diferentes cualidades

que a nuestro parecer podrían contribuir a una riqueza dialógica y en este sentido facilitar la caracterización de la ecología intelectual.

Con el fin de hacer evidentes estas características propias de cada uno de los estudiantes seleccionados, haremos a continuación una descripción de cada uno de ellos, basándonos en las respuestas puntuales que ellos dieron a la encuesta realizada a todo el grupo, además de algunas apreciaciones que hicimos de ellos durante el ejercicio de nuestra práctica pedagógica, ya que fueron estos criterios los que tuvimos en cuenta para la selección de dichos estudiantes.

Las individualidades del caso

Estudiante n° 1:

Es un estudiante de estrato 5, habitante del barrio Laureles- Medellín. En el año que estaba cursando cumplió la mayoría de edad y llevaba 3 años en la institución.

En la encuesta diagnóstica manifestó interés por áreas como matemáticas, física, química y lenguaje, ya que en palabras de él mismo “se acoplaban perfectamente a su proyecto de vida”. También encuentra facilidad para aprender matemáticas y física. Los talleres y tareas de física y matemáticas las realiza sólo y les dedica menos de una hora por fuera del aula de clase.

En cuanto a las bibliotecas, les asigna mucha importancia, y su justificación es “que la persona que practica la lectura tiene un mundo más abierto y si no hubieran bibliotecas no habrían tantos lectores”. Además de esto, asume con muy poca frecuencia lecturas que no hacen

parte de sus obligaciones académicas, pero argumenta que cuando lo hace lo disfruta mucho. Lee cosas como poesía y literatura.

En el ámbito motivacional, dice que su principal propósito para asistir a clase de física es aprender y lo desmotivan asignaturas como contabilidad y artes porque no van con su estilo de vida.

En cuanto a lo institucional, piensa que el centro educativo al cual pertenece es excelente, que el factor que influye en su desempeño escolar es la exigencia académica y que podría mejorar su rendimiento disponiendo de más tiempo.

Éste estudiante demostró interés por la asignatura en todo el tiempo que pudimos estar en la institución. Al comienzo era muy notable su inasistencia debido a una serie de problemas personales y familiares que le impedían asistir con regularidad al centro educativo, pero siempre preguntaba por el desarrollo del curso y trataba de ponerse al corriente, éste interés se evidenciaba en el dominio de los temas tratados. En las clases era muy participativo, siempre hacía preguntas referentes a la temática de la asignatura e intentaba modificar las variables en las actividades experimentales a ver qué pasaba, si no lograba solucionar su inquietud recurría a la profesora o a nosotros. Lo que pudimos percibir de su personalidad, era que él estaba realmente comprometido con su proceso de aprendizaje y tal compromiso iba mucho más allá de las notas.

Estudiante n°2:

Este estudiante es de estrato socio económico 4, habitante del barrio Velódromo de Medellín. Durante el año escolar cumplió la mayoría de edad y llevaba 6 años en la institución.

En la encuesta dijo que para su proyecto de vida le sirven casi todas las áreas, especialmente las de la modalidad comercial y las ciencias básicas y aplicadas; justifica su respuesta en que quiere estudiar ingeniería administrativa o negocios internacionales.

Encuentra a las matemáticas y la física necesarias y los deberes correspondientes a estas áreas las realizan en grupo, además les dedica entre una y dos horas fuera de la clase.

Las bibliotecas tienen mucha importancia para él, y aunque no las usa mucho, argumenta que uno no sabe cuándo se puede quedar sin recursos. Casi no asume lecturas fuera de las obligaciones académicas, pero cuando lo hace lee artículos informativos y en inglés para practicar el idioma.

Éste alumno asiste a clase de física por tres razones: para aprender, por la calificación y por obligación; y dice que ningún área lo desmotiva porque en sus propias palabras: “en algún momento voy a necesitar esos conocimientos y sino igual no está de más saberlo”

Cree que la institución educativa de la cual hace parte es excelente; que en su desempeño académico influyen el profesorado, la exigencia académica y la presión de sus padres. Para él, su rendimiento podría mejorar si dispusiera de más tiempo.

La apreciación que tenemos de éste alumno es que es un joven por lo general callado, siempre estaba atento a las explicaciones, pero rara vez participaba; aunque cabe resaltar que tuvo una única participación muy significativa, en la que por recuperar una nota, le explicó a todo el grupo la Ley de Coulomb y lo hizo con mucha propiedad. Se puede afirmar que es un muchacho responsable ante sus compromisos académicos pero carece de motivación y esto es muy evidente.

Para este caso lo elegimos por hacer buen equipo de trabajo con los estudiantes 1 y 3, ya que se entendían muy bien y al tener lazos de amistad tan estrechos, conformaban un conjunto diverso que facilitaba la riqueza argumental del grupo, dado que se complementaban entre sí.

Estudiante n°3

Esta alumna es una jovencita de 16 años, de estrato 2, vive en el barrio Guayabal en el municipio de Medellín y lleva siete años en el centro educativo.

Las áreas que despiertan más interés en ella son matemáticas y español porque ella considera que son todo en la vida; además argumenta que la física y las matemáticas son materias fáciles de aprender, les dedica entre una y dos horas fuera del tiempo de clase y le gusta hacer las tareas y deberes de esas asignaturas en grupo.

Ella asegura que su prioridad cuando va al colegio es aprender y comparte ese mismo sentir frente a las clases de física. No la motivan materias como filosofía porque la aburren.

La opinión que tiene en cuanto al colegio es que es bueno, sin embargo, expresa que el profesorado es el factor determinante en su rendimiento escolar; pero reconoce que si recibiera más explicaciones de temas que no entiende mejoraría académicamente.

Considera que las bibliotecas tienen importancia porque, según ella “contienen mucha información que necesitamos”, pero en pocas ocasiones asume lecturas fuera de su plan de estudios y cuando lo hace lee sobre amor.

De ésta estudiante reconocemos que es una niña muy organizada, responsable y comprometida con su proceso de aprendizaje. Se sentaba en una silla ubicada en las primeras

filas y estaba atenta a las explicaciones de los temas expuestos. Cuando no entendía algo, levantaba la mano y preguntaba, no descansaba hasta que aclararan todas sus dudas.

La consideramos un recurso valioso en el caso porque ella es la que pone en duda las respuestas de sus compañeros, la que se encarga de cuestionarlos y sopesar la veracidad de sus argumentos.

Análisis de los Argumentos

Después del proceso de recolección, triangulación y tabulación de los datos obtenidos a través de los instrumentos, podemos evidenciar que los estudiantes han experimentado las fuerzas electrostáticas tanto de atracción como de repulsión y las han percibido a través de diferentes materiales que ellos han clasificado como conductores y aislantes. Saben que esta fuerza varía dependiendo del grado de conductividad de dichos materiales y consideran además que la energía varía para dicho material.

Los estudiantes revelan que conocen el modelo atómico y reconocen tres tipos de electrificación (frotación, contacto e inducción), sin embargo, no aplican dicho modelo para explicar las interacciones eléctricas, ni vislumbran un desequilibrio de cargas. Se les preguntó cómo creen que cambia el espacio entre los cuerpos cargados, a lo cual manifiestan que podría existir la posibilidad de que éste sea afectado, a pesar de esto, no tienen clara la forma en que esto ocurre.

Argumento 1:

The screenshot shows a software interface titled "Argumentos" from the Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. The main title is "Seminario de practica pedagógica: La ecología intelectual escolar, la argumentación y la educación en ciencias".

Flowchart:

- Datos o Hechos:** "Cae un rayo sobre un camión y su ocupante no percibe electrificación o cambio alguno".
- Por lo tanto:** "Ya qué, en razón de...".
- Garantías:** "El material del carro es un conductor de energía. El material de los neumáticos es aislante." (Note: "A menos" is written next to this box).
- Probablemente / Presumiblemente / Posiblemente:** These terms are listed in a column.
- Conclusiones:** "El carro paró el rayo actuando como amortiguador y retuvo la energía distribuyéndola uniformemente sobre éste, ya que estaba aislado por los neumáticos." (Note: "A menos" is written next to this box).
- Fundamentos:** "Soportados en, Fundamentados".
- Refutaciones:** An empty box.

Interface Elements:

- Codigo: 1
- Buttons: Nuevo, Guardar, Eliminar, Modificar, Actualizar, Buscar.
- Nivel epistemico: Nivel 2 (with "Descripción de los niveles" link).
- Complejidad del argumento: Nivel 3 (with "Niveles de complejidad" link).

Text Area (Right):

ESTUDIANTE 3: Pero el carro fue algo que paró (recibió) el rayo...
ESTUDIANTE 1: Un conductor de energía
ESTUDIANTE 3: ¿el carro?
ESTUDIANTE 1: eso, porque no estaba el polo a tierra... el carro, por decirlo, actúa como un amortiguador... o sea, no había condición para encalambrarse.
ESTUDIANTE 3: el carro actuó como algo, pues, que aparcó el rayo, como que retuvo la energía ahí, sin ninguna reacción, hasta que él se bajó, la carga del rayo, pues, se bajó y ya... pues, se electrocutó
ESTUDIANTE 2: lo que pasa es lo que dice el "estudiante 1", entró el rayo, y como el camión es también conductor lo afectó todo por igual, entonces como tenía la misma carga, entonces no había manera de que se electrocutara...

Ilustración 11

Frente a la situación problema que se les planteó, cuando un camión recibe un rayo y su ocupante no percibe electrificación o cambio alguno (Argumento 1), los alumnos intentan darle explicación a esto a través del concepto de energía, haciendo uso de conceptos auxiliares como conductividad, concluyendo que el carro paró el rayo actuando como amortiguador y retuvo la energía distribuyéndola uniformemente sobre éste, ya que estaba aislado por los neumáticos.

El uso de la palabra “amortiguador”, deja entrever una analogía que les sirve como modelo para darle explicación al problema, en palabras de ellos:

“...porque no estaba el polo a tierra... el carro, por decirlo, actúa como un amortiguador... o sea, no había condición para encalambrarse.”

Lo importante para nosotros es interpretar cómo los estudiantes usan algunos conceptos para suplir las demandas que están presentes en el problema. Así, encontramos que ante la ausencia de un modelo sobre la carga eléctrica, ellos atribuyen la electrificación a algo que llaman “energía”, éste concepto es usado para explicar la electrificación, la presencia de carga y las interacciones entre ellas, convirtiéndose en el eje principal de su modelo explicativo apoyándose en otros conceptos relacionados con la “energía” como el de conductividad, sirviéndoles para explicar cómo un objeto puede perder su “energía” y la forma en la que la retiene.

Por las características del argumento, éste es ubicado en el nivel epistémico dos, ya que en éste está implícita la concepción de las interacciones eléctricas en términos de fluidos; y en el nivel de completitud tres, debido a que está compuesto por Datos, Garantías y Conclusión.

Argumento 2:

The screenshot shows a software window titled "Argumentos" with a yellow background. At the top, it identifies the "Universidad de Antioquia Facultad de Educación" and a "Seminario de practica pedagógica: La ecología intelectual escolar, la argumentación y la educación en ciencias". A "Codigo" field contains the number "2".

The interface is organized into several sections:

- Datos o Hechos:** A text box containing "Despues de haber caido un rayo sobre un camion, el camionero decide bajarse y al instante queda electrocutado".
- Conclusiones:** A text box containing "El camionero se convirtio en un polo a tierra, como el hombre y el camion tenían una carga diferente de la tierra se electrocutó".
- Garantias:** A central text box containing "Para que haya una descarga es necesario que exista un polo a tierra. La electrocucion se debe a la diferencia de energia entre dos conductores." It is connected to "Datos o Hechos" by the label "Por lo tanto" and to "Conclusiones" by "Probablemente", "Presumiblemente", and "Posiblemente".
- Fundamentos:** A text box containing "Si uno se cuelga de un alambre de luz se encalambra. Cuando uno tiene mucha energia y toca el piso se descarga." It is connected to "Garantias" by the label "Ya qué, en razón de...".
- Refutaciones:** A text box containing "A menos que existiera un polo a tierra diferente al hombre y el carro pudiera descargarse (que el camion no tubiera neumaticos)". It is connected to "Garantias" by the label "A menos".
- Compleitud del argumento:** A dropdown menu set to "Nivel 5".
- Nivel epistemico:** A dropdown menu set to "Nivel 2".

Navigation buttons include "Nuevo", "Guardar", "Eliminar", "Modificar", "Actualizar", and "Buscar". A "Descripcion de los niveles" button is at the bottom left, and "Niveles de completitud" is at the bottom right.

On the right side, a scrollable text area contains student comments:

- ESTUDIANTE 2: ¿entonces para que haya una descarga debe haber un polo a tierra siempre?
- ESTUDIANTE 1: No, porque si uno se cuelga a los alambres de luz eso encalambra igual.
- ESTUDIANTE 3: Pero... porque de una u otra manera usted también está conectado a la tierra, y los cables también están conectados a la tierra, ESTUDIANTE 1: Si, siempre tiene que estar conectado a tierra para no recibir una descarga y esa man casi se salva si no se hubiera bajado del camion y, además, porque también en el momento el suelo estaba mojado entonces eso ayudó. [...]
- ESTUDIANTE 1: uno también, porque uno también puede tomar energia, entonces al conductor se le entró también energia, por eso se encalambra
- ESTUDIANTE 2: ... Cuando salió él tocó el piso y ya se salió del campo en el que estaba, entonces ahí si ya se electrocutó. [...]
- ESTUDIANTE 3: Pues si, porque el hombre tenía una carga y la tierra...pues, como que chocaron esas dos cargas ahí. [...]
- ESTUDIANTE 3: la tierra era un conductor de energia y, si..., eran diferentes
- ESTUDIANTE 3: el camionero tenía una carga contraria, y esto causó...
- ESTUDIANTE 1: la electrocucion. [...]
- ESTUDIANTE 1: ... usted nunca fue al planetario que lo metian a uno en un cuarto y era como un bola que le encalambra a uno el pelo, al salir de ahí decian: "no toquen a nadie, salgan y toquen el

Ilustración 12

En la misma situación problemática, los estudiantes encuentran dos momentos interesantes, el primero por qué no se electrocutó el camionero cuando el rayo cayó y el segundo por qué sucede al bajarse del vehículo. Es en este segundo momento en el que se centra éste argumento.

Ellos llegan a la conclusión de que el camionero se electrocutó porque él se convirtió en el polo a tierra y que además tenían cargas diferentes; en este argumento se evidencia que los

alumnos hacen responsable de la “electrocución” a la diferencia de cargas entre dos conductores, como si se produjera un choque.

En una ecología pueden estar presentes creencias metafísicas que son usadas para apoyar o refutar teorías, en éste caso, los estudiantes tienen la creencia de que una persona colgada de un cable eléctrico sin tocar el piso resultará siempre electrocutada o “encalabrada”, debido a que “de algún modo el hombre siempre tiene una conexión con la tierra”, ellos lo expresan de la siguiente manera:

Estudiante 2: ¿Entonces para que haya una descarga debe haber un polo a tierra siempre?

Estudiante 1: No, porque si uno se cuelga a los alambres de luz eso encabra igual

Estudiante 3: Pero... porque de una u otra manera usted también está conectado a la tierra, y los cables también están conectados a la tierra.

Estudiante 1: Mire que una vez un man sobrevivió a un rayo porque tenía tres dedos mochos, y la energía que le entró le salió por esos tres dedos, y no se murió.

Otras herramientas argumentativas que se presentaron en esta discusión son los ejemplos y las experiencias. Los estudiantes sustentan que para que haya una descarga no siempre es necesario un polo a tierra, en palabras de ellos:

Estudiante 1: ¿Entonces para que haya una descarga debe haber un polo a tierra siempre?

Estudiante 3: No, porque si uno se cuelga a los alambres de luz eso encabra igual.

También resaltan en el diálogo experiencias que les han llevado a reconocer que la tierra, el agua y el cuerpo humano son conductores de energía; tocar la tierra para descargarse o tocar

cables con determinada carga eléctrica, han sido vivencias que promueven este pensamiento, las cuales son enunciadas así:

Estudiante 2: Pero es que no es necesario que estuviera lloviendo porque la tierra es un conductor...

[...]

Estudiante 1: “¿Cuándo uno está cargado de energía y uno disque toca el suelo y ya se cae la energía?”

Estudiante 1: ...cuando uno tiene mucha energía uno toca el piso y se descarga, la bota toda y ya no encalambra

Estudiante 1: ...usted nunca fue al planetario que lo metían a uno en un cuartico y era como un bola que le encalambraba a uno el pelo, al salir de ahí decían: “no toquen a nadie, salgan y toquen el suelo para que baje la energía” entonces uno tocaba el suelo y el pelo se caía otra vez, entonces, no sé...

La idea de conductividad del cuerpo humano es apoyada por conocimientos que los estudiantes han obtenido en otras áreas, como la constitución de cuerpo humano. Cuando los alumnos dicen que “...somos en gran porcentaje agua” retoman conocimientos biológicos, posteriormente lo relacionan con elementos físicos como la conductividad al decir que “...somos buenos conductores porque estamos casi llenos de agua”.

En la información suministrada al grupo, encontraron aspectos implícitos que les llevaron a inferir ideas relacionadas con el problema, como el hecho de que el piso estuviera mojado:

Estudiante 2: Ahí no dice que el piso estaba mojado.

Estudiante 1: Es una tormenta, eso quiere decir que está lloviendo.

En este argumento los estudiantes recurren de nuevo al concepto “energía”, pero esta vez lo alternan de forma confusa con la palabra “carga” para distinguir dos tipos distintos de energía que cuando se encuentran producen un choque; si este choque ocurre en el interior de un ser humano, queda electrocutado. Así, podemos pensar que para ellos estos tipos de energía son tan opuestos que cuando se encuentran se da una reacción violenta. Además, establecen que la tierra tiene un tipo determinado de esta “energía” la cual es contraria a la del rayo, y que para que un cuerpo pierda su electrificación es necesario que se conecte con la tierra por medio de lo que ellos llaman “polo a tierra”. Lo anterior sugiere que ellos no tienen claro lo que ocurre en el fenómeno del “rayo”, es decir, no tienen nociones sobre permitividad y las condiciones para superarla.

Debido a que este argumento presenta cada uno de los elementos propuestos por Toulmin, queda ubicado en el nivel de completitud cinco. En cuanto al nivel epistémico queda categorizado en el nivel dos, ya que continúan considerando que la carga eléctrica es un fluido por medio de conductores.

Argumentos 3 y 4:

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación

Seminario de practica pedagógica: La ecología intelectual escolar, la argumentación y la educación en ciencias

Codigo

Datos o Hechos

Una radio que sintoniza una emisora es introducida en una jaula de malla metálica, una vez cerrada la señal se pierde por completo.

<< < > >>

Nuevo Guardar Eliminar

Modificar Actualizar Buscar

Nivel epistemico

Descripción de los niveles

Por lo tanto → Probablemente

Presumiblemente

Possiblemente

ya qué, en razón de...

Garantias

El metal es conductor de energía pero funciona como aislante cuando esta cerrado.
Cuando un cable está conectado a la tierra

→ A menos

Soportados en, Fundamentados

Fundamentos

El sonido es una onda electromagnética.

Conclusiones

La jaula actúa como una barrera que no permite que entre ni salga la señal de radio y hace que las ondas se dispersen, actuando como aislador de frecuencia

Refutaciones

No sea un conductor cerrado

Compleitud del argumento

Niveles de completitud

ESTUDIANTE 1: el sonido se comprime ahí. El metal es conductor, y cuando esté conectado un cable a tierra la electricidad se la chupa la tierra.

ESTUDIANTE 3: y en el caso del sonido

ESTUDIANTE 1: el sonido es una onda electromagnética. Vea la jaula está hecha de un material conductor, pero a la misma vez puede funcionar como aislante porque no deja ni entrar ni salir energía cuando lo cierran, entonces por eso, si el carro no estuviera completamente cerrado se encalambra el man. En el caso del sonido la jaula hace un papel como de interferido, entonces no entra ni sale energía, entonces por eso se va la señal de radio.

ESTUDIANTE 3: entonces ¿Qué pasa con el sonido?

ESTUDIANTE 1: se dispersa

ESTUDIANTE 2: no entran señales

ESTUDIANTE 1: no entran señales de sonido, entonces ya no se escucha la emisora.

[...]

ESTUDIANTE 2: el radio prendido en una emisora, se mete a la jaula metálica y, pues, pierde la señal, eso es porque la jaula actúa como un aislador de ondas de sonido, o yo no sé, de frecuencias.

Ilustración 13

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación

Seminario de practica pedagógica: La ecología intelectual escolar, la argumentación y la educación en ciencias

Codigo

Datos o Hechos

¿Qué relación existe entre la situación del camión y la del radio dentro de la jaula?

<< < > >>

Nuevo Guardar Eliminar

Modificar Actualizar Buscar

Nivel epistemico

Nivel 2

Descripción de los niveles

Por lo tanto → Probablemente

Presumiblemente

Possiblemente

ya qué, en razón de...

Garantias

La jaula y el camión son conductores cerrados por lo tanto actúan como aislantes.

→ A menos

Soportados en, Fundamentos

Fundamentos

Que el carro evita que la energía llegue al camión y la jaula que la frecuencia llegue al radio

Conclusiones

En los dos problemas hay un material que actúa como aislante, en uno aísla la frecuencia y en otro la energía.

Refutaciones

Si el carro no hubiera sido un conductor cerrado el camionero se habría electrocutado

Compleitud del argumento

Nivel 5

Niveles de compleitud

ESTUDIANTE 1: el sonido es una onda electromagnética. Vea la jaula está hecha de un material conductor, pero a la misma vez puede funcionar como aislante porque no deja ni entrar ni salir energía cuando lo cierran, entonces por eso, si el carro no estuviera completamente cerrado se encalambra el man. En el caso del sonido la jaula hace un papel como de interferido, entonces no entra ni sale energía, entonces por eso se va la señal de radio.

[...]

ESTUDIANTE 2: que en la primera parte el camión actúa como un aislante de la energía y en cambio en el segundo lo que se aísla es la frecuencia de las ondas de sonido, en la primera parte evita que la energía llegue al camionero....ah y en el segundo que lleguen las ondas de sonido.

Ilustración 14

De la actividad con la jaula de Faraday se extraen los argumentos 3 y 4, en estos se evidencian que los estudiantes continúan refinando su modelo explicativo al atribuir una característica nueva a los materiales conductores, ellos consideran que los materiales conductores forman una barrera cuando están cerrados.

En el caso de la jaula, sostienen que se forma una barrera para la señal mientras que en el problema del camión constituye un blindaje para la energía. Por lo que podemos inferir que ellos no identifican que se trata del mismo fenómeno a pesar de establecer la analogía entre los dos hechos.

Cuando los estudiantes hacen la comparación de la situación entre la jaula y el camión enfatizan en que el conductor debe ser cerrado para presentar la propiedad de “aislante”; lo anterior es demostrado a través de las siguientes analogías:

“el radio prendido en una emisora, se mete a la jaula metálica y, pues, pierde la señal, eso es porque la jaula actúa como un aislador de ondas de sonido, o yo no sé, de frecuencias [...] en la primera parte el camión actúa como un aislante de la energía y en cambio en el segundo lo que se aísla es la frecuencia de las ondas de sonido, en la primera parte evita que la energía llegue al camionero....ah y en el segundo que lleguen las ondas de sonido”.

En este punto la situación problema le exige a los estudiantes conocimientos sobre el funcionamiento del radio, lo que implica conocer acerca de ondas, respondiendo a esta necesidad, los alumnos nuevamente muestran una falencia en los conceptos requeridos afirmando que “el sonido es una onda electromagnética”.

Lo anterior, demuestra que aunque tienen nociones de lo que es una onda electromagnética, son demasiado superficiales y no hacen diferencia con lo que es una onda mecánica (sonido), por lo que podemos concluir que al presentar una confusión en el concepto de onda electromagnética y al ver la demanda de este concepto para la solución del problema, lo que hacen es que amplían la teoría de ondas mecánicas que ya conocen para tratar de suplir la falencia, aumentando de esta forma la función explicativa que podían tener las ondas sonoras abarcando el nicho que deberían ocupar las ondas de radio; usan el término “dispersión” al decir que las ondas de sonido no entran en la jaula porque se dispersan, por lo que también dejan entrever que la idea de blindaje eléctrico tampoco está bien aplicada a la situación de la jaula a pesar de identificar claramente las condiciones necesarias para que tenga lugar.

Estudiante 1: ...puede funcionar como un aislante porque no deja entrar ni salir la energía cuando lo cierran, entonces por eso, si el carro no estuviera completamente cerrado se encalambra el man...

Estudiante 3: Entonces, ¿Qué pasa con el sonido?

Estudiante 1: Se dispersa

Estudiante 2: No entran señales

Así, podemos catalogar los argumentos presentados para esta situación en el nivel epistémico dos, ya que los estudiantes aún conciben que la “energía” es una especie de fluido que pasa de un cuerpo a otro por medio de conductores; sin embargo, se destaca el avance que tienen en su modelo explicativo al integrar la idea de blindaje eléctrico, el cual se lo atribuyen a un conductor cuando este está cerrado; además, identifican esto como una condición fundamental para que se dé dicho fenómeno, a pesar de esto, no logran dar cuenta de las razones por las cuales se da dicho blindaje.

En consecuencia, los alumnos integran esa novedad explicativa al análisis de la situación del camión de forma asertiva, estableciendo condiciones para que el auto le permitiera al conductor sobrevivir al golpe directo del rayo.

Ambos argumentos reúnen las condiciones necesarias para clasificar en el nivel de completitud cinco.

Argumento 5:

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación

Seminario de practica pedagógica: La ecología intelectual escolar, la argumentación y la educación en ciencias

Codigo

Datos o Hechos

Se muestra un video donde se puede evidenciar la forma que va tomando una especie de semillas cuando se colocan entre dos placas cargadas

<< < > >>

Nuevo Guardar Eliminar

Modificar Actualizar Buscar

Nivel epistemico

Descripción de los niveles

Por lo tanto → Probablemente

Presumiblemente

Possiblemente

Ya qué, en razón de...

Garantias

La energía busca una conexión entre las cargas. La energía estatica no varía tanto y siempre van a formar líneas rectas

→ A menos

Soportados en, Fundamentados

Fundamentos

La energía busca ir del positivo al negativo, entonces las semillas también buscan hacer esa conexión. El aceite se carga de una

Conclusiones

Las semillas se alinean para conservar la energía, estas terminan siendo conductoras de electricidad comunicando las dos placas

Refutaciones

Compleitud del argumento

Niveles de compleitud

ESTUDIANTE 1: El aceite está cargado con energía y las semillas buscan alinearse entre si para conservar la energía, y las semillas tienen también una energía propia que combinan entonces buscan alinearse entre ambas placas y estas placas de acero también ayudan con eso, que eso es conductor de energía entonces por eso se van pegando al acero y por eso se van formando en hilos.

ESTUDIANTE 3: pero es que las dos tienen la energía, o sea que las semillitas se atraen hacia las plaquitas, porque se van alineando hacia las dos plaquitas, las dos tienen energía.

[...]

ESTUDIANTE 3: Las semillas no tienen energía

ESTUDIANTE 1: no, pero, pero es por lo que, por la situación se cargan de energía. Por la situación en la que están, se le transmite energía a esto, carga de energía esto, como la energía busca conectarse del positivo al negativo entonces las semillas también buscan como... como hacer esa conexión. Y el aceite tiene energía

ESTUDIANTE 3: es como una energía, como... como fija, pues no varía como mucho porque mira que se van alineando hacia los dos lados.

ESTUDIANTE 1: si, es como una energía igual por parte y parte. Si, una energía estática que no varía tanto, siempre es como con el mismo movimiento, siempre van a formar líneas rectas, pues, no tienen que ser necesariamente así, pero siempre se van a unir.

Ilustración 15

En esta situación se les presenta a los estudiantes un video, en el cual ellos pueden ver la forma que adoptan unas semillas entre dos placas metálicas al hacer pasar corriente eléctrica por éstas.

Para dar cuenta de este fenómeno los estudiantes continúan haciendo referencia al concepto de “energía” y la conductividad que poseen los materiales presentes en la situación, pero al igual que en el problema anterior se incorporan nuevos conceptos que enriquecen el modelo explicativo del que se valen empezando a referirse a una “conservación de la energía”, un concepto poco claro sobre el cual no se discute, sólo es aceptado y usado para justificar la forma que toman las semillas, las cuales buscan una “conexión” entre ellas, lo que representa un nuevo avance, ya que empiezan a formarse una idea acerca de que las semillas pueden interactuar entre sí a pesar de no haber contacto entre ellas, aproximándose a la idea que propone Newton sobre fuerza a distancia, que más tarde es aplicada a las interacciones eléctricas planteadas por Coulomb, en consecuencia, su modelo explicativo mejora notablemente.

Estudiante 1: El aceite está cargado con energía y las semillas buscan alinearse entre sí para conservar la energía, y las semillas tienen también una energía propia que combinan entonces buscan alinearse entre ambas placas y estas placas de acero también ayudan con eso, que eso es conductor de energía entonces por eso se van pegando al acero y por eso se van formando en hilitos.

Estudiante 3: Las semillas no tienen energía.

Estudiante 1: no, pero, pero es por lo que, por la situación se cargan de energía. Por la situación en la que están, se le transmite energía a esto, carga de energía esto, como la energía busca conectarse del positivo al negativo entonces las semillas también buscan como...como hacer esa conexión. Y el aceite tiene energía.

Además, establecen que existe una clase de energía denominada “estática”, que está presente en esta situación a la que le atribuyen dos propiedades que influyen significativamente en la

disposición que toman las semillas. La primera propiedad establece que esta energía varía poco, en términos de ellos: “La energía estática no varía tanto”, por otro lado la segunda propiedad determina que este tipo de energía siempre va a formar líneas rectas.

Finalmente, añaden una nueva característica a la “energía” basándose en sus experiencias cotidianas, probablemente con elementos como las baterías u otros, por lo que establecen que la energía tiene un sentido de flujo, refinando su idea de conductividad. Ellos afirman que la energía siempre va del positivo al negativo, lo que podría indicar que tienen nociones sobre circuitos eléctricos, y aplican esto a la situación propuesta con las semillas al afirmar que estas también buscan hacer ésta conexión, en sus palabras:

“...como la energía busca conectarse del positivo al negativo entonces las semillas también buscan como...como hacer esa conexión.”

De esta manera clasificaríamos estos argumentos en el nivel epistémico tres, debido a que con las continuas mejoras que los estudiantes hacen a su modelo explicativo, éste comienza a tener elementos pertenecientes a la teoría propuesta por Coulomb. Aunque ellos no manejan herramientas predictivas o una cuantificación de las interacciones eléctricas, empiezan a desarrollar la idea de que los cuerpos cargados interactúan entre ellos sin que exista contacto, por lo que podemos concluir que están en una fase de transición hacia esta teoría.

Durante el transcurso de las actividades, los estudiantes hacen ampliaciones al concepto de “energía” a medida que se presenta una problemática nueva, por lo tanto, podemos ver que para ellos este concepto abarca una gran cantidad de funciones y al surgir una nueva dificultad, éste se extiende para suplirlas, por lo que finalmente terminan explicando todo en términos de “energía”, por consiguiente, este término se hace cada vez más complejo y es más difícil

relacionarlo con un concepto aceptado por la comunidad científica. Este argumento tiene un nivel de completitud cuatro, ya que sólo carece de refutaciones.

En el transcurso de la discusión, pudimos observar que cada participante asumió un rol diferente, lo que hizo que esta fuera fructífera y permitió una riqueza argumental que pudimos evidenciar en los esquemas.

La “estudiante 3” jugó un papel de organizadora de ideas, era quien recogía y sopesaba la información, cuando veía poca claridad en la explicación la debatía; lo que los obligaba ocasionalmente a reconsiderar ciertos elementos de las hipótesis.

El “estudiante 2” se caracterizó por aportar ideas bajo presión, a pesar de que sus contribuciones eran coherentes y significativa, también era quien concluía las ideas. Optó por asumir un papel delegatorio, ya que si había tenido una buena participación, consideraba que debía ser otra persona quien respondiera a los problemas siguientes.

El “estudiante 1” se identificó por ser el líder del equipo, dirigía las discusiones con propiedad y motivaba a sus compañeros a participar, en ocasiones les llamaba la atención en caso de que estuvieran aportando poco y era quien determinaba cual debía ser la respuesta final. Era el más inquieto de los tres y se hacía preguntas a fin de afinar la teoría.

Basados en lo anterior, podemos decir que el rol que asumió cada integrante y sus aportes, contribuyeron al uso de algunos conceptos que trataron de satisfacer las exigencias de la situación problema de una forma particular, en la siguiente tabla se especifican dichos conceptos:

EXIGENCIAS ECOLÓGICAS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	NICHOS INTELECTUALES DISPONIBLES
Carga eléctrica y electrificación	Los estudiantes abordan la exigencia de la carga eléctrica haciendo uso del concepto de energía, el cual usan para dar cuenta de las interacciones eléctricas, definiendo que un cuerpo puede ganar o perder energía quedando “cargado”. Esta energía también es la causante de la “electrocución”.
Conductividad	Los estudiantes conocen el término de conductividad, lo aplican frecuentemente a sus explicaciones asociándolo con la energía o su equivalente: carga eléctrica. Entienden la conductividad como la capacidad que tiene un material para transportar energía, sin embargo, a medida que avanzan en las actividades propuestas llegan a un consenso sobre una nueva característica asociada con los conductores, la cual establece que un conductor puede aislar la energía sólo si está cerrado.
Ondas electromagnéticas	El grupo muestra conocer el término ya que lo refieren sin que se mencione en el problema, pero demuestran un nulo dominio de éste al no ser capaz de diferenciarlo del concepto de onda mecánica. Sin embargo, se valen de sus conocimientos de las ondas mecánicas y los extienden para dar respuesta a las necesidades del problema.
Fuerza a distancia	Los estudiantes evidencian una falencia sobre este concepto al no

	<p>identificar las interacciones eléctricas como el resultado de la fuerza producida por cargas eléctricas que no están en contacto, sin embargo, en el transcurso de la actividad logran aproximarse a éste estableciendo que entre cuerpos cargados existe una conexión lo que produce una determinada configuración en el espacio.</p>
Campo eléctrico	<p>Los estudiantes no tienen dominio de este concepto y tampoco tienen una idea que pueda suplir esta deficiencia, es decir, no logran concebir que el espacio se modifica por la presencias de cargas.</p>

Tabla 5

CONCLUSIONES

En esta parte del trabajo, al describir una ecología intelectual escolar con respecto al concepto de campo eléctrico, pretendemos en primer lugar dar respuesta a las preguntas de investigación sugeridas en el planteamiento del problema; en segundo lugar, estimar las oportunidades que ofrece para el cambio conceptual; y finalmente, considerar las implicaciones que tendría un estudio como este para la enseñanza de las ciencias.

Nuestra primera pregunta de investigación indaga por el grado de divergencia y proximidad entre lo concertado por la comunidad científica y los conocimientos corrientes del grupo de estudiantes con respecto a las interacciones eléctricas.

Así, al hacer el análisis de los argumentos y relacionarlos con los niveles epistémicos, hemos encontrado que la mayoría de éstos se ubican en el nivel 2, reservado para las concepciones de las interacciones eléctricas como efecto de un exceso o déficit de fluido eléctrico, el cual se gana o se pierde debido al frotamiento o contacto entre determinados materiales. Sólo en el último de los argumentos, los estudiantes aparentan acercarse al nivel epistémico 3 ya que empiezan a reconocer fuerzas eléctricas a distancia, esto ocurrió durante la actividad de las semillas.

Sin embargo, los estudiantes no alcanzan el nivel 4 en ninguno de sus argumentos, es decir, no consiguen visualizar las interacciones eléctricas como la perturbación o modificación debido a la presencia de cargas en un espacio determinado, lo que hace que otro cuerpo experimente una fuerza eléctrica. Este nivel corresponde a lo que actualmente es considerado por la comunidad científica para explicar dichas interacciones; así, se evidencia que hay una distancia considerable

entre los saberes construidos por los estudiantes y lo que la comunidad científica tiene actualmente definido.

Nuestra segunda pregunta de investigación se centra en descubrir cuáles conocimientos corrientes acerca del concepto de campo eléctrico son comunes en el grupo de estudiantes y qué criterios usan para darle validez y lógica interna. En este caso, nos encontramos con un grupo que ha experimentado las interacciones eléctricas y reconocen que éstas varían dependiendo de la conductividad de los materiales. El grupo usó el concepto de energía como un concepto que da explicación a los fenómenos eléctricos y se apoyaron en el concepto de conductividad, asignándole a éste último una función, el transporte del fluido eléctrico.

Una ecología intelectual incluye numerosos componentes, de los que también hacen parte las creencias, las anomalías, las metáforas, las creencias metafísicas, los conocimientos provenientes de otras áreas, las experiencias, los presupuestos epistemológicos, las percepciones sociales, los ejemplos usados para convencer, entre otros. Es importante tener en cuenta estos aspectos, ya que le asignan un valor agregado a los argumentos y contribuyen a la sustentación de un fenómeno o concepto.

Al analizar los anteriores factores dentro del grupo se encontró que están directamente relacionados con sus conocimientos corrientes y que estos pueden ir evolucionando a medida que se enfrentan a una nueva situación problema donde estos ya no son suficientes para darle explicación a la misma.

Ahora, considerando los aportes del análisis argumental propuesto por Toulmin (EAT), (otra de nuestras preguntas de investigación) para la descripción de la ecología en cuestión, podemos decir que este instrumento fue imprescindible para reconocer el nivel epistémico de los

argumentos, ya que en ocasiones encontrar elementos en los argumentos requiere de un trabajo consciente, objetivo y meticulado, en el que se debe escudriñar con total atención el discurso de los estudiantes; esto implica considerar discontinuidades, buscar elementos argumentales de fondo y aspectos implícitos, ya que juegan un papel importante en las conclusiones.

Como todo concepto tiene un devenir histórico, nos valimos de esto para diseñar los instrumentos aplicados y para crear una herramienta que nos permitiera categorizar el nivel de evolución conceptual en el que se encuentran los estudiantes (los niveles epistémicos). La historicidad del concepto de campo eléctrico contribuyó a la comprensión de los argumentos de los estudiantes permitiéndonos estimar si hubo paso o no de un nivel epistémico a otro.

A través del análisis de los argumentos se puede aproximar a una descripción de una ecología intelectual escolar, ya que dicha ecología nos sirve como punto de referencia al revelarnos los conocimientos que los estudiantes poseen, la forma en que los construyen, los conceptos que usan, las relaciones entre ellos y sus funciones explicativas. Disponer de tal información posibilita diseñar estrategias de enseñanza acorde con el caso y que faciliten las condiciones para el cambio conceptual.

Determinar cuáles son los ideales explicativos usados por el grupo para dar explicación a fenómenos relacionados con el campo eléctrico es otra de las preguntas importantes de nuestra investigación. Con respecto a ésta, hallamos que el concepto de energía ha sido el ideal explicativo del grupo para justificar las interacciones eléctricas.

Los estudiantes recurrieron con frecuencia al concepto de conductividad con el fin de determinar cómo se dispone la energía en los cuerpos y la electrificación en términos de la

energía que pasa de un cuerpo a otro, además establecieron la idea de que el cuerpo humano y la tierra son conductores y que ésta última siempre absorbe la energía llamando a este fenómeno “polo a tierra”, lo que para ellos fue de vital importancia para poder explicar la forma en que se da la “electrocución” , ya que los alumnos pensaron que este hecho es la consecuencia de un choque entre la energía del rayo y la de la tierra por medio de un conductor, dicho choque es el que mata al camionero.

Después de responder nuestras preguntas de investigación, es vital ilustrar cómo puede contribuir la determinación de una ecología intelectual escolar para el cambio conceptual.

Como ya lo habíamos dicho, determinar una ecología intelectual puede favorecer el diseño de estrategias de enseñanza más objetivas, acordes a las necesidades de los estudiantes, con el fin de favorecer los procesos en la construcción de conocimiento y facilitar las condiciones para el cambio conceptual.

Todos estos resultados nos llevan a concluir que determinar una ecología intelectual escolar es importante, en la medida en que nos permite visualizar los factores que influyen en la forma en que los estudiantes construyen conocimiento en torno un determinado concepto o problema, debido a que dicha ecología comprende un proceso continuo de retroalimentación, donde las ecologías individuales aportan a la formación de una ecología grupal y a su vez esta contribuye al desarrollo de la ecología individual (Kelly & Green, 1998).

En nuestro caso, pudimos observar como la ecología conceptual de los estudiantes se hacía más compleja a medida de que los problemas presentados exigían conocimientos que ellos no poseían o que no dominaban completamente, se empezaron a crear ambigüedades en los términos que usaron para dar cuenta de los fenómenos presentados, por ejemplo la idea de

energía y carga. Los alumnos en medio de su argumentación usaron el uno o el otro de forma indiscriminadamente, lo que nos hizo pensar que existían problemas en la forma en que ellos usan algunos conceptos para dar explicación a los fenómenos eléctricos. Además, identificaron dos o más tipos de energía, que al interactuar entre ellas producen una reacción violenta proporcional.

Cuando los estudiantes tenían necesidad de usar un concepto del que no tienen claridad, tendían a ampliar las funciones explicativas de los conceptos que ya se habían apropiado. Esto fue evidente cuando un problema les demandó conocimientos acerca de ondas electromagnéticas, ellos al tener una falencia en este concepto, ampliaron su idea de onda mecánica, aunque con esta ampliación sólo cubrieron la necesidad de forma parcial, lo que aparentemente era suficiente para ellos.

A medida que los alumnos avanzaron en las actividades, fueron agregando propiedades nuevas a su modelo explicativo, particularmente pudimos ver dos incorporaciones importantes, la primera es atribuida a los conductores, ellos llegaron al consenso de que cuando están cerrados brindan un blindaje eléctrico. La segunda, y lo que fue un hallazgo relevante, fue que ellos consideraron que la energía que hay en los cuerpos establece una conexión que los obliga a tomar determinada configuración en el espacio. Basados en lo anterior pudimos apreciar una evolución considerable entre dos teorías, lo que nos permitió vislumbrar un posible cambio conceptual.

Finalmente, con respecto a las implicaciones que tienen trabajos como éste para la enseñanza de las ciencias, nos atrevemos a decir que la determinación de una ecología intelectual escolar a través del análisis de los argumentos, favorece la construcción de saberes por parte de los

estudiantes, puede ofrecer oportunidades para el cambio conceptual, permitiendo vislumbrar avances o retrocesos en los niveles epistémicos de determinado concepto y en consecuencia ser más objetivos en la evaluación.

A partir de los hallazgos en este trabajo, consideramos que la escuela debe promover actividades discursivas, ya que es allí donde la argumentación toma un papel protagónico, a partir del cual los estudiantes validan, desvirtúan o mejoran sus modelos, sus teorías y sus creencias.

BIBLIOGRAFÍA

Gamow, G. (1960). *Bibliografía de la Física*. Colorado, Estados Unidos: Salvat.

GRUPO L.A.C.E. HUM 109. (1999). Introducción al estudio de caso en educación, 109.

Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin.

ContactoS, (1978), 45–56.

Intitución educativa Inem José Félix de Restrepo. (2010). *Manual de convivencia* (pp. 1–72).

Medellín, Colombia.

Intitución educativa Inem José Félix de Restrepo. (2013). *PROGRAMA ARTICULAR EN LA*

MEDIA TÉCNICA-2013 RAMAS, ESPECIALIDADES, SALIDAS OCUPACIONALES Y CONVENIOS. Medellín, Colombia.

Kelly, G. J., & Green, J. (1998). The social nature of knowing: Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. In Guzzetti & C. Hynd (Eds.), *Perspectives on conceptual change: multiple ways to understand knowing and learning in a complex world* (pp. 145–181). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Mejía Aristizábal, L. S. (2006). *ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE ECOLOGÍA CONCEPTUAL*.

Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como cambio conceptual.

Universidad de Antioquia.

Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia & Educación*. Vol 9, N° 2, 301–315.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Hertzog, W. (1982). Acomodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66, 211–227.

Soberón Mainero, J. (1989). *Ecología de Poblaciones*.

Stipcich, S., & Toledo, B. (2001, April). UNA ANALOGÍA ESTRUCTURAL ENTRE TOULMIN Y VIGOTSKY COMO APORTE PARA DESARROLLAR DISEÑOS CURRICULARES. *Cad.cat.ens.fís.*, 41–51.

Tamayo Valencia, A. (2011). CIENCIAS, ECOLOGÍA INTELECTUAL Y JUEGOS DE LENGUAJE. EL APORTE DE S. TOULMIN Y L. WITTGENSTEIN A LA COMPRESIÓN DE LAS CIENCIAS. *Cuestiones de Filosofía No. 13*, 165–182.

Toulmin, S. (1972). *La comprensión humana: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*.

Toulmin, S. (2003). Los usos de la argumentación (pp. 129–192). Barcelona, España: EDICIONES PENINSULA.

Vygotsky, L. S. (1986). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Crítica.

Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y Lenguaje: Teoría del desarrollo cultural de las funciones Psíquicas*. (A. Kozulin, Ed.). Barcelona, España: Paidós.

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta etnográfica

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803</p>	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	
	FACULTAD DE EDUCACIÓN	
	Lic Matemáticas y Física	Práctica Pedagógica
	Centro de Practica: I.E INEM José Félix de Restrepo	La Ecología Intelectual Escolar: una aproximación sociocultural a la enseñanza de la ciencia
Maestros Cooperadores: Beatriz Zamarra		

Conteste con total franqueza cada una de las preguntas siguientes. Queremos saber lo que piensa acerca de la institución en la que estudia y los procesos que en ella se llevan a cabo.

Edad		Sexo	
Barrio en que vive		Estrato socio-económico	
Comuna o municipio		Tiempo en la institución	

Preguntas encuesta

Tu prioridad cuando vas al colegio es:

- a. Aprender
- b. Compartir con tus amigos

c. Jugar

d. Estar fuera de casa

e. Otra, ¿cuál?

¿Cuál o cuáles áreas crees que pueden servirte para tu proyecto de vida?

Justifique su respuesta

La física y las matemáticas para ti son materias:

- Fáciles
- Difíciles
- Agradables
- Prácticas
- Necesarias
- Innecesarias
- Aburridas
- No me interesa

Los talleres y tareas en el área de física, usualmente:

- a. Los haces solo
- b. Los haces en grupo
- c. Los copias de tus compañeros
- d. Pagas para que te los hagan
- e. No los haces

¿Qué importancia tiene para ti las bibliotecas?

- a. Mucha
- b. Poca
- c. Ninguna

Justifica tu respuesta

El tiempo que dedicas en la semana para estudiar matemáticas y física, por fuera del aula de clase, es:

- a. Menos de una hora
- b. Entre una y dos horas

- c. Entre dos y tres horas
- d. Más de tres horas, ¿Cuántas? _____
- e. Nunca estudio fuera del aula

¿Con qué frecuencia asumes lecturas que no hacen parte de tus obligaciones académicas?

¿Qué clase de cosas lees? _____

Para ti, ¿Cuál es la motivación de asistir a las clases de física?

- a. Compartir con amigos.
- b. Aprender.
- c. Una calificación.
- d. Una obligación.
- e. Ninguna.
- f. Otra, ¿Cuál?

¿Qué asignaturas no te motivan a aprender?

¿Por qué?

¿Qué opinas de tu centro educativo?

- a. Excelente.
- b. Bueno.
- c. Regular.
- d. Malo.
- e. Pésimo.

¿Qué crees que puede interferir en tu desempeño escolar?

- a. El profesorado.
- b. La exigencia académica.
- c. La presión de los padres.
- d. Problemas de convivencia dentro de la institución.

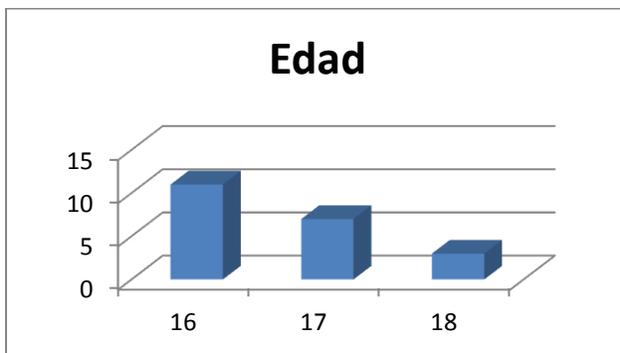
¿Cómo crees que puede mejorar tu rendimiento académico?

- a. Disponer de más tiempo.
- b. Recibir explicación de temas que no entiendo.
- c. Estudiar en grupo.
- d. Estudiar individualmente.

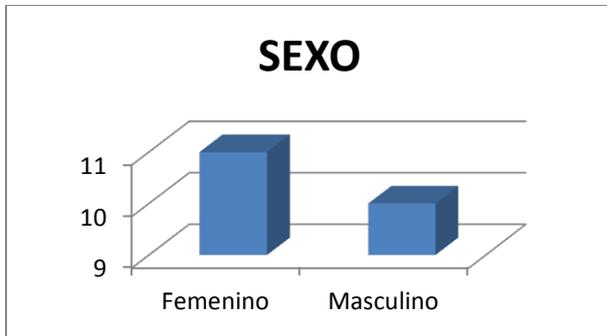
Anexo 2

Análisis de la encuesta

Edad Vs N° de estudiantes



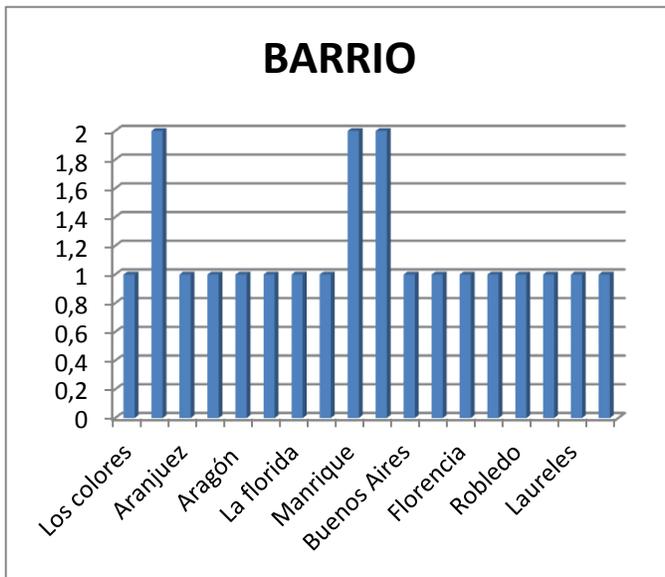
EDAD	No ESTUDIANTES
16	11
17	7
18	3



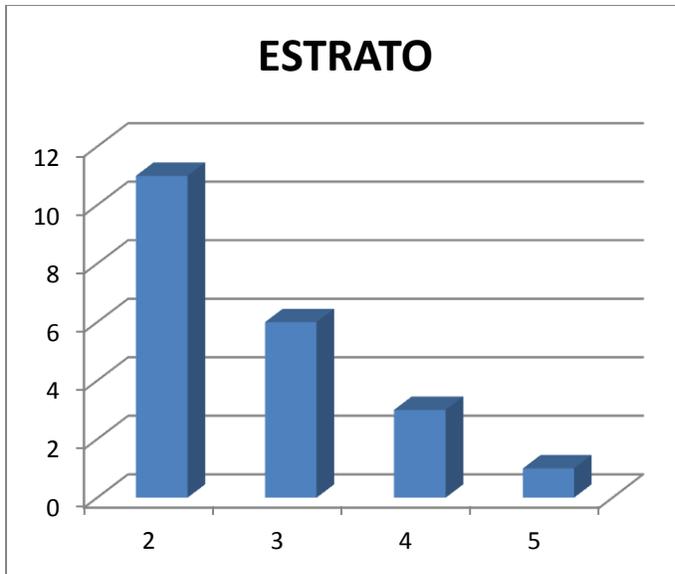
SEXO	No ESTUDIANTES
Femenino	11
Masculino	10



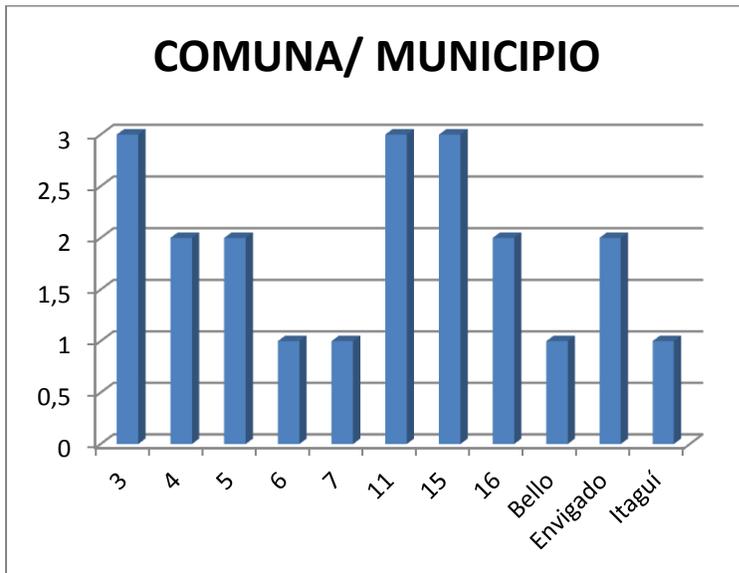
TIEMPO EN LA INSTITUCIÓN	No ESTUDIANTES
2	1
3	5
5	1
6	10
7	2
8	1
12	1



BARRIO	No ESTUDIANTES
Los colores	1
Belén	2
Aranjuez	1
Sevilla	1
Aragón	1
Cabañas	1
La florida	1
Campo Valdés	1
Manrique	2
Guayabal	2
Buenos Aires	1
Primavera	1
Florencia	1
Pedregal	1
Robledo	1
Velódromo	1
Laureles	1
Rodeo Alto	1

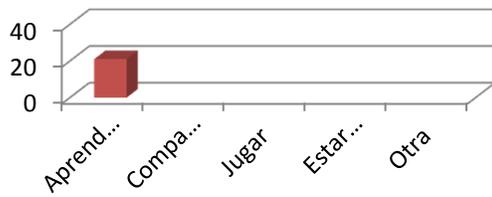


ESTRATO	No ESTUDIANTES
2	11
3	6
4	3
5	1



COMUNA/ MUNICIPIO	No ESTUDIANTES
3	3
4	2
5	2
6	1
7	1
11	3
15	3
16	2
Bello	1
Envigado	2
Itagüí	1

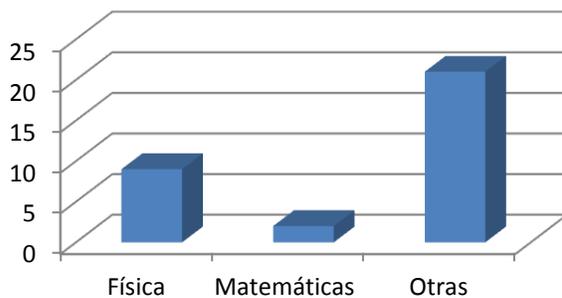
1. Tu prioridad cuando vas al colegio es:



1. Tu prioridad cuando vas al colegio es:

Aprender	21
Compartir con los amigos	
Jugar	
Estar fuera de casa	
Otra	

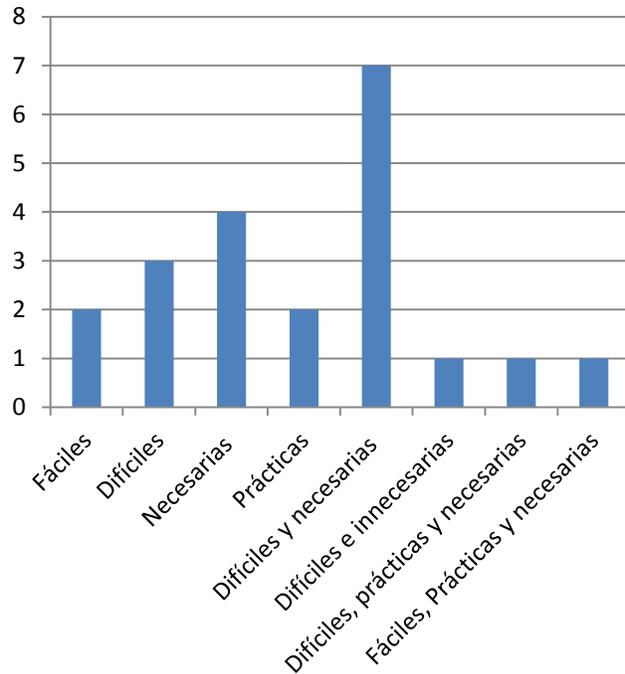
2. ¿Cuál o cuales áreas crees que pueden servirte con tu proyecto de vida?



2. ¿Cuál o cuáles áreas crees que pueden servirte con tu proyecto de vida?

Área	No ESTUDIANTES
Física	9
Matemáticas	2
Otras	21

3. La física y las matemáticas para ti son:

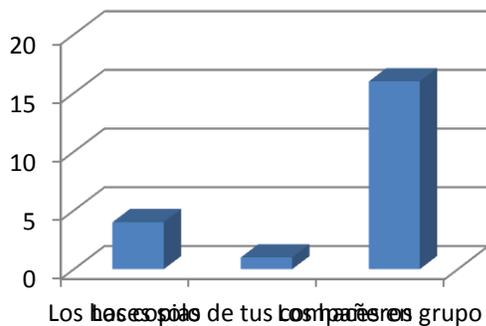


3. La física y las matemáticas para ti son:

No ESTUDIANTES

Fáciles	2
Difíciles	3
Necesarias	4
Prácticas	2
Difíciles y necesarias	7
Difíciles e innecesarias	1
Difíciles, prácticas y necesarias	1
Fáciles, Prácticas y necesarias	1

4. Los talleres y tareas en el área de física usualmente:

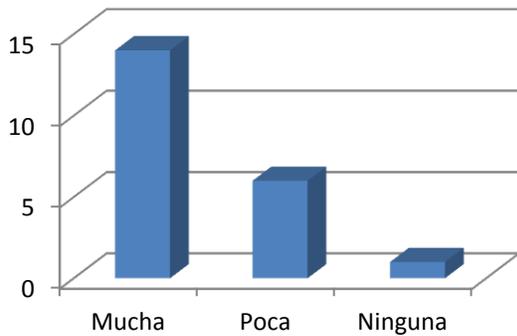


4. Los talleres y tareas en el área de física usualmente:

No ESTUDIANTES

Los haces solo	4
Los copias de tus compañeros	1
Los haces en grupo	16

5. ¿Qué importancia tienen para ti las bibliotecas?



5. ¿Qué importancia tienen para ti las bibliotecas?

	No ESTUDIANTES
Mucha	14
Poca	6
Ninguna	1

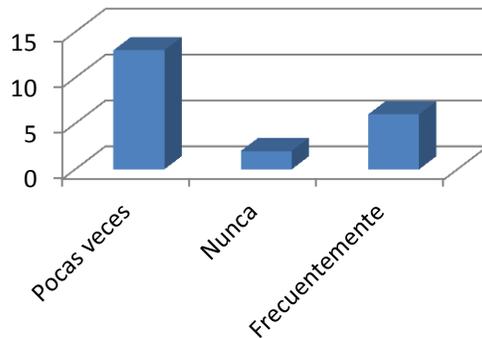
6. El tiempo que dedicas en la semana para estudiar matemáticas y física, fuera del aula de clase, es:



6. El tiempo que dedicas en la semana para estudiar matemáticas y física, fuera del aula de clase, es:

	No ESTUDIANTES
Menos de una hora	12
Entre una hora y dos horas	8
Nunca estudio fuera del aula	1

7. ¿Con qué frecuencia asumes lecturas que no hacen parte de tus obligaciones académicas?

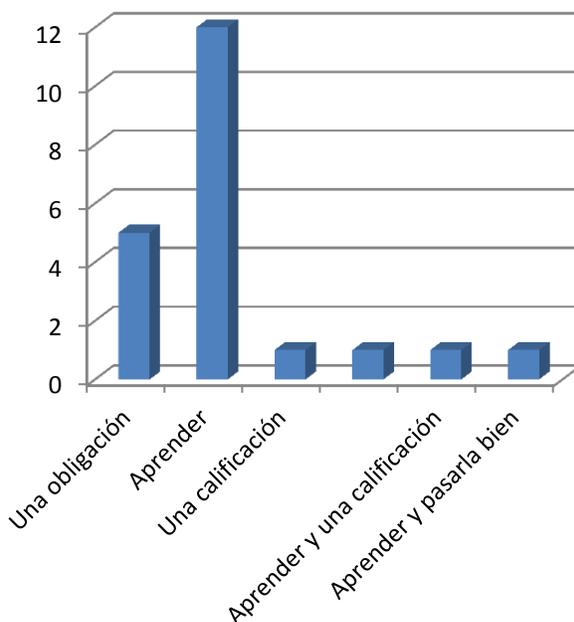


7. ¿Con qué frecuencia asumes lecturas que no hacen parte de tus obligaciones académicas?

No ESTUDIANTES

Pocas veces	13
Nunca	2
Frecuentemente	6

8. Para ti, ¿Cuál es la motivación de asistir a las clases de física?

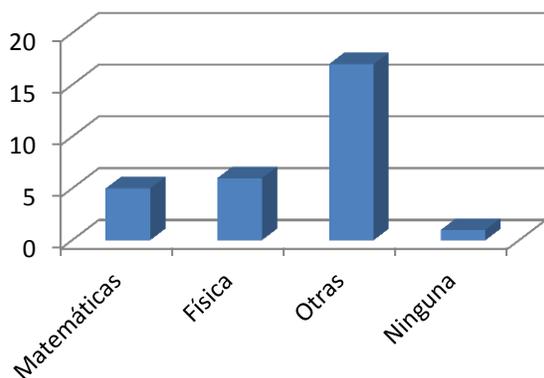


8. Para ti, ¿Cuál es la motivación de asistir a las clases de física?

No ESTUDIANTES

Una obligación	5
Aprender	12
Una calificación	1
Aprender, una obligación y una calificación	1
Aprender y una calificación	1
Aprender y pasarla bien	1

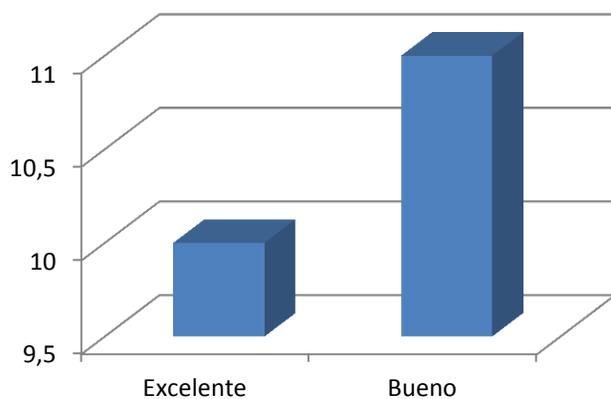
9. ¿Qué asignaturas no te motivan a aprender?



9. ¿Qué asignaturas no te motivan a aprender?

Asignatura	No ESTUDIANTES
Matemáticas	5
Física	6
Otras	17
Ninguna	1

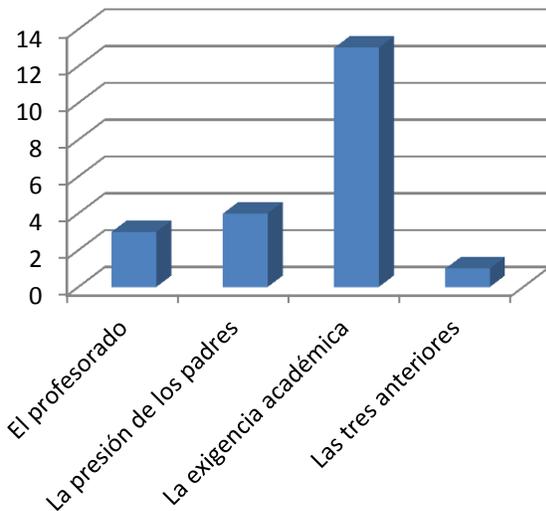
10. ¿Qué opinas de tu centro educativo?



10. ¿Qué opinas de tu centro educativo?

Opinión	No ESTUDIANTES
Excelente	10
Bueno	11

11. ¿Qué crees que puede interferir en tu desempeño escolar?

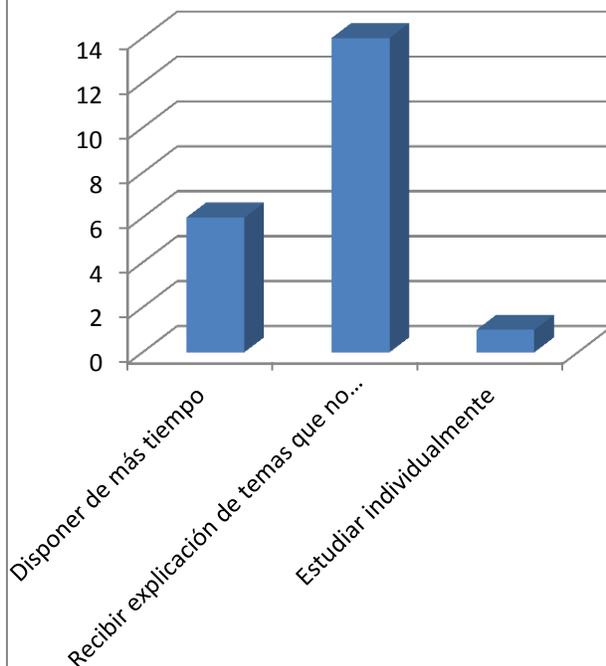


11. ¿Qué crees que puede interferir en tu desempeño escolar?

No ESTUDIANTES

El profesorado	3
La presión de los padres	4
La exigencia académica	13
Las tres anteriores	1

12. ¿Cómo crees que puede mejorar tu rendimiento académico?



12. ¿Cómo crees que puede mejorar tu rendimiento académico?

No ESTUDIANTES

Disponer de más tiempo	6
Recibir explicación de temas que no entiendo	14
Estudiar individualmente	1

Anexo 3

Encuesta diagnóstica

1. ¿Cómo crees está constituida la materia?
2. Cuando frotas un lapicero contra tu cabello, este es capaz de atraer pequeños trozos de papel
 - a) ¿Por qué crees que esto sucede?
 - b) ¿Qué crees que gana o pierde el lapicero durante el frotamiento?
 - c) ¿Cómo llamarías a este suceso?
3. ¿En qué otros materiales has observado lo anterior?
4. Si se presenta esta característica en otros materiales, ¿crees que la fuerza con la que estos atraen es la misma para todos los materiales? ¿Por qué?
 - a) ¿crees que la fuerza con la que atrae un material cambia si en lugar de frotarlo contra el cabello lo frotamos contra otro material? ¿cómo cambiaría?
 - b) ¿Conoces otra forma de hacer que un material adquiera la característica de atraer otros objetos? ¿cuáles?
5. ¿Has evidenciado otro tipo de interacción entre elementos frotados diferentes a la atracción?

6. ¿Cómo crees que cambia el espacio que hay entre los cuerpos frotados o crees que permanece igual?

Anexo 4

Transcripción de la encuesta diagnóstica

- Respuestas de Estudiante 2

1. ¿Cómo crees está constituida la materia?

R/ Está constituida por átomos

2. Cuando frotas un lapicero contra tu cabello, este es capaz de atraer pequeños trozos de papel

- a. ¿Por qué crees que esto sucede?

R/ Por la electrostática, al frotar el lapicero contra el cabello obtenemos energía a causa de la fricción, el lapicero quedaría con una carga y con esta atrae los trozos de papel

- b. ¿Qué crees que gana o pierde el lapicero durante el frotamiento?

R/ El gana energía y con esta fuerza de atracción

- c. ¿Cómo llamarías a este suceso?

R/ Electrostática

3. ¿En qué otros materiales has observado el suceso anterior?

R/ En una bomba, en un televisor cuando se apaga, con una alfombra, con las sillas de plástico.

4. Si se presenta esta característica en otros materiales, ¿Crees que la fuerza con la que estos atraen es la misma para todos los materiales? ¿Por qué?

R/ No, porque no todos tienen el mismo nivel de conductividad

a. ¿Crees que la fuerza con la que atrae un material cambia si en lugar de frotarlo contra el cabello lo frotamos contra otro material? ¿Cómo cambiaría?

R/ Dependiendo del material podría atraer más o no

b. ¿Conoces otra forma de hacer que un material adquiriera la característica de atraer otros objetos? ¿Cuáles?

R/ Frotación, contacto, inducción

5. ¿Has evidenciado otro tipo de interacción entre elementos frotados diferentes a la atracción?

R/ Repulsión

6. ¿Cómo crees que cambia el espacio que hay entre los cuerpos frotados o crees que permanece igual?

R/ No se cómo pueda intervenir el espacio, pero creo que si influye

- **Respuestas de Estudiante 1**

1. ¿Cómo crees está constituida la materia?

R/ La materia está constituida por la energía que aportan los átomos

2. Cuando frota un lapicero contra tu cabello, este es capaz de atraer pequeños trozos de papel

a. ¿Por qué crees que esto sucede?

R/ Porque al frotar el lapicero contra nuestro cabello, el lapicero adquiere energía y por este motivo atrae pedazos de papel

b. ¿Qué crees que gana o pierde el lapicero durante el frotamiento?

R/ El lapicero gana más energía de la que pierde ya que al frotarlo con el cabello ambos aportan energía entre sí.

c. ¿Cómo llamarías a este suceso?

R/ Electrostática

3. ¿En qué otros materiales has observado el suceso anterior?

R/ Con las bombas y los televisores, en sillas de plástico

4. Si se presenta esta característica en otros materiales, ¿Crees que la fuerza con la que estos atraen es la misma para todos los materiales? ¿Por qué?

R/ No es la misma para todos eso depende del material conductor que se esté utilizando.

- a. ¿Crees que la fuerza con la que atrae un material cambia si en lugar de frotarlo contra el cabello lo frotamos contra otro material? ¿Cómo cambiaría?

R/ Sí cambia, pero para saber cómo cambiaría tendríamos que hacerlo con cada material conductor para ver la reacción

- b. ¿Conoces otra forma de hacer que un material adquiriera la característica de atraer otros objetos? ¿Cuáles?

R/ Frotación, contacto y inducción

5. ¿Has evidenciado otro tipo de interacción entre elementos frotados diferentes a la atracción?

R/ La repulsión en los imanes

6. ¿Cómo crees que cambia el espacio que hay entre los cuerpos frotados o crees que permanece igual?

R/ Permanece igual de cierta forma porque la distancia entre los objetos o más bien el espacio siempre permanece la misma energía y si un cuerpo interfiere en su espacio los cuerpos se mueven

- **Respuestas de Estudiante 3**

1. ¿Cómo crees está constituida la materia?

R/ Me parece que la materia está constituida por átomos, lo que aporta energía

2. Cuando frota un lapicero contra tu cabello, este es capaz de atraer pequeños trozos de papel

a. ¿Por qué crees que esto sucede?

R/ Esto sucede por el método de frotamiento que es uno de los cuales con los que se atrae energía

b. ¿Qué crees que gana o pierde el lapicero durante el frotamiento?

R/ Creo que el lapicero en el frotamiento gana energía por eso es capaz de atraer al pedacito de papel

c. ¿Cómo llamarías a este suceso?

R/ Lo llamaría electrostática

3. ¿En qué otros materiales has observado el suceso anterior?

R/ * Esto mismo pasa con la bomba cuando la frotamos con el cabello

- Al igual que con el televisor y cómo actúa con otro cuerpo
- En sillas de plástico
- Al frotar dos lapiceros

4. Si se presenta esta característica en otros materiales, ¿Crees que la fuerza con la que estos atraen es la misma para todos los materiales? ¿Por qué?

R/ No es la misma para todos los materiales, porque no todos los cuerpos son conductores de energía y con otros pueden tener otro tipo de energía

- a. ¿Crees que la fuerza con la que atrae un material cambia si en lugar de frotarlo contra el cabello lo frotamos contra otro material? ¿Cómo cambiaría?

R/ Sí, cambiaría al frotarlo con otro material, porque el otro material puede tener menor o mayor energía que otros

- b. ¿Conoces otra forma de hacer que un material adquiriera la característica de atraer otros objetos? ¿Cuáles?

R/ Por frotación, contacto, inducción

5. ¿Has evidenciado otro tipo de interacción entre elementos frotados diferentes a la atracción?

R/ La repulsión

6. ¿Cómo crees que cambia el espacio que hay entre los cuerpos frotados o crees que permanece igual?

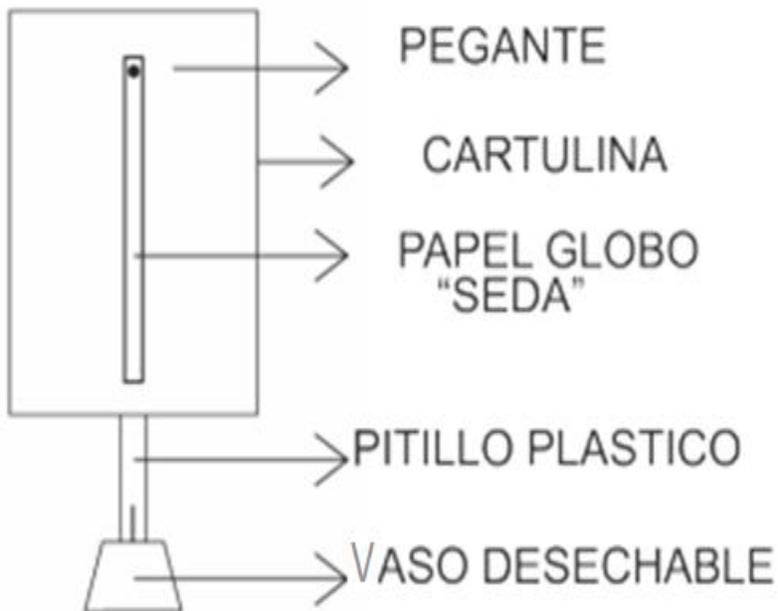
R/ No se cómo influye esto con los campos frotados

Anexo 5

Actividad de electrostática con las respuestas dadas por el grupo de estudiantes

 <p>Logo of I.E. INEM José Félix de Restrepo, featuring a shield with a book, a lamp, and a scale, with the motto 'CENSA TRABAJO VIVE' at the bottom.</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INEM JOSÉ FÉLIX DE RESTREPO MEDELLÍN</p> <p>Año: 2013</p>	<p>Departamento : CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL</p> <p>Guía : <u>X</u> Taller : ___ Evaluación: ___</p> <p>Tema: Electrostática</p> <p>Grado: 11 Secciones: 10 y 13</p> <p>Asignatura: Física</p> <p>Equipo de planeación responsable: Practicantes U de A</p> <p>FECHA: <u>23 de septiembre</u></p>  <p>Logo with a person icon and a trash can, with the text 'QUIER MI INEM LIMPIO'.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONSTRUCCIÓN DEL ELECTROSCOPIO



MATERIALES:

Materiales para la elaboración del instrumento: cartulina, cinta, papel globo, tijeras, bisturí, pitillo, vaso desechable, diferentes materiales plásticos como pitillos, peinillas de cabello, globo inflado, etc.

ACTIVIDAD No 1

INDICACIONES Y PREGUNTAS DE ANÁLISIS:

Fase 1

1. Acerque objetos que no hayan sido frotados al indicador de papel sin tocarlo ¿sufrirá alguna perturbación este dispositivo?

R/ El dispositivo no sufre ninguna perturbación con objetos no frotados

2. Frote una barra de plástico con un trozo de tela y acérquela al indicador de papel ¿Qué sucede ahora?

R/ La barra de plástico se atrae con el indicador de papel con poca fuerza y por poco tiempo.

3. Frote distinta clase de materiales y acérquelos al indicador de papel, por ejemplo puedes frotar un peine o cepillo plástico con el cabello bien limpio y seco, frotar un bolígrafo plástico con la camisa, frotar una lámina de acetato con los retazos de tela o

con papel absorbente, frote trozos de vidrio, de metal, un globo inflado ¿Existen materiales más fáciles de electrizar que otros?

R/ Sí, por ejemplo un peine de plástico, el globo y el aluminio son fáciles de electrizar mientras que la madera, el cartón y la pasta son materiales que no se electrizan fácilmente.

Fase 2

4. Electrice por frotamiento un lapicero o un pitillo, acerque este y aléjelo del papel globo sin hacer contacto con él (asegúrese de que el indicador no este electrificado en este momento) ¿Qué sucede cuando lo acerca? ¿Qué sucede cuando se aleja?

R/ Cuando acercamos el pitillo o lapicero al indicador éste intenta pegarse del objeto, mientras que si lo vamos alejando el indicador trata de pegarse pero por la distancia no puede y se devuelve.

5. Ahora con mucho cuidado permita el contacto con el papel globo y luego aleje el pitillo o lapicero ¿Qué sucedió ahora con el papel globo del montaje?

R/ Cuando alejamos el pitillo o lapicero éste trata de seguir en contacto pero finalmente se separa y vuelve al punto de inicio.

Fase 3

6. ¿Cómo crees que un cuerpo electrizado puede modificar las propiedades de otro con el cual no ha tenido aparentemente ninguna interacción?

R/ *Se puede modificar ya que al estar electrizado atrae las cargas positivas y negativas del átomo.*

7. Tome un objeto electrificado y acérquelo al electroscopio sin llegar a tocarlo, el indicador de papel reacciona formando cierto ángulo con la cartulina, de un toque suave al indicador de papel con el dedo y retírelo, ahora aleje el objeto electrificado ¿Perdió el electroscopio la propiedad que había adquirido cuándo el objeto electrificado estaba cerca?

R/ *El electroscopio sí perdió la propiedad que había adquirido mientras el objeto estaba cerca porque al alejarse se pierde la atracción.*

8. ¿Qué crees que le ha sucedido al electroscopio cuando lo tocaste con el dedo que al alejarlo del objeto electrificado no perdió la propiedad que tenía cuando este estaba cerca?

R/ *Creo que lo que le sucedió al electroscopio cuando lo tocamos con el dedo fue que disminuyó la fuerza de atracción.*

Anexo 6

Actividad de campo eléctrico

 <p>LE INEM José Félix de Restrepo CIENCIA TRABAJO VIRTUD</p>	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INEM JOSÉ FÉLIX DE RESTREPO</p> <p>MEDELLÍN</p> <p>Año: 2013</p>	<p>Departamento : CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL</p> <p>Guía : <u>X</u> Taller : __ Evaluación: __</p> <p>Tema: Campo Electrostatico</p> <p>Grado: 11 Secciones: 10 y 13</p> <p>Asignatura: Física</p> <p>Equipo de planeación responsable: Estudiantes U de A</p> <p>FECHA: <u>30 septiembre del 2013</u></p> 
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Situación 1:

Durante una fuerte tormenta un camionero se encuentra refugiado en el interior de su camión, que lo ha estacionado en aparcamiento de un bar de carretera hasta que pase la tormenta. Un rayo cayó justo encima del camión sin que el camionero notara nada, pero los gritos que dieron las personas que se encontraban en el bar al observar el suceso, hicieron que el camionero se decidiera a salir del camión. Al salir, una vez este pone un pie en tierra queda al instante electrocutado.



- a) ¿Cómo explicarías este suceso real?
- b) ¿Qué crees que sucede en el interior del camión que hace que se convierta en un lugar seguro para el camionero?
- c) ¿Qué función cumplen los neumáticos?
- d) ¿Qué crees que se debió hacer con el auto (o de que debió disponer el auto) antes de que el camionero se bajara para que este no resultara electrocutado?

1. Actividad experimental No 1

Se dispone de una radio encendida, un cilindro circular construido con una maya metálica y una lámina de aluminio. Pon la radio encendida sobre la lámina de aluminio y cúbreala con el cilindro como se muestra en la siguiente figura.



¿Qué sucede con el sonido?

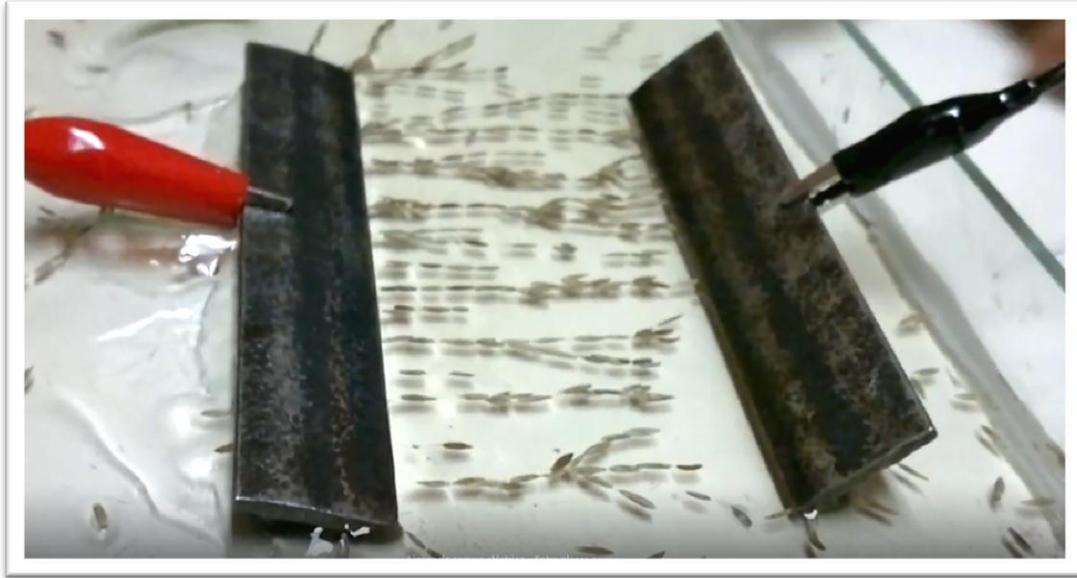
¿Por qué crees que sucede eso?

¿Qué relación hay entre este suceso y el problema anterior?

Situación 2

Se muestra un video donde se puede evidenciar la forma que va tomando una especie de semilla cuando se ponen estas a interactuar con dos placas metálicas cargadas.

- a) Teniendo en cuenta lo visto, describe lo observas y de una explicación a lo observado.



Anexo 7

Transcripción de los videos grabados durante la actividad de campo eléctrico

ESTUDIANTE 1: Hay que tener en cuenta los neumáticos porque estos son de plásticos y eso no conduce energía.

ESTUDIANTE 3: Pero vamos a hacer las cosas en orden

ESTUDIANTE 1: Pero es que aquí hay otra pregunta: ¿Qué función cumplen los neumáticos?

ESTUDIANTE 3: Claro, son malos conductores de electricidad, eso hace, pues, que el rayo no... no..., pues, no perjudique al señor

ESTUDIANTE 1: No pase al piso

ESTUDIANTE 2: ¿Entonces para que haya una descarga debe haber un polo a tierra siempre?

ESTUDIANTE 1: No, porque si uno se cuelga a los alambres de luz eso encambrá igual.

ESTUDIANTE 3: Pero... porque de una u otra manera usted también está conectado a la tierra, y los cables también están conectados a la tierra

ESTUDIANTE 1: Si, siempre tiene que estar conectado a tierra para no recibir una descarga y ese man casi se salva si no se hubiera bajado del camión y, además, porque también en el momento el suelo estaba mojado entonces eso ayudó. Copiemos pues, entonces “chuzos” dicte pues.

PRACTICANTE: Bueno, pero tengan en cuenta que hay dos situaciones, primero el rayo cae, y el camionero se queda un rato ahí, en el camión y no pasa nada, o sea, él no percibe nada, solamente cuando sale del camión y pone el pie en la tierra que se electrocuta.

ESTUDIANTE 2: Entonces una cosa ¿la carga eléctrica de todo rayo es la misma?

PRACTICANTE: Lo que hay que tener en cuenta es que el rayo, sea de la magnitud que sea, trajo carga al coche.

ESTUDIANTE 3: Pero el carro fue algo que paró (recibió) el rayo.

ESTUDIANTE 1: Un conductor de energía

ESTUDIANTE 3: ¿El carro?

ESTUDIANTE 1: Uno también, porque uno también puede tomar energía, entonces al conductor se le entró también energía, por eso se encalambran

ESTUDIANTE 3: Pero él no se encalambró mientras estaba dentro del carro, el carro actuó como...

ESTUDIANTE 1: Eso, porque no estaba el polo a tierra... el carro, por decirlo, actúa como un amortiguador... o sea, no había condición para encalambrarse.

ESTUDIANTE 3: El carro actuó como algo, pues, que apartó el rayo, como que retuvo la energía ahí, sin ninguna reacción, hasta que él se bajó, la carga del rayo, pues, se bajó y ya... pues, se electrocutó

ESTUDIANTE 1: (Hablándole a Estudiante 2) Hey, aportá pues.

ESTUDIANTE 2: Lo que pasa es lo que dice Gabo, entró el rayo, y como el camión es también conductor lo afectó todo por igual, entonces como tenía la misma carga, entonces no había manera de que se electrocutara, si no tocaba el piso. Cuando salió él tocó el piso y ya se salió del campo en el que estaba, entonces ahí si ya se electrocutó.

ESTUDIANTE 1: Si copiemos eso. Pero hay que plantear las dos situaciones para cuando el man está adentro y no pasa nada, y después de que se bajó ahí sí.

ESTUDIANTE 3: Pues sí, porque el hombre tenía una carga y la tierra...pues, como que chocaron esas dos cargas ahí.

ESTUDIANTE 1: El piso estaba mojado

ESTUDIANTE 2: Ahí no dice que el piso estaba mojado

ESTUDIANTE 1: Es una tormenta, eso quiere decir que está lloviendo

ESTUDIANTE 2: Pero es que no es necesario que estuviera lloviendo porque la tierra es un conductor...

ESTUDIANTE 3: La tierra era un conductor de energía y, si..., eran diferentes

ESTUDIANTE 1: Entonces copiemos, mientras el man estaba ahí metido, cuando el rayo cayó y él no se bajó estaba bien.

ESTUDIANTE 2: Cuando el rayo cayó afectó a todo por igual..

ESTUDIANTE 1: La energía, o sea, de algún modo se repartió en partes iguales

ESTUDIANTE 3: (Escribiendo la respuesta) Cuando el rayo cayó afectando por igual a todo lo que está en el interior.

ESTUDIANTE 1: Cargándolo de energía

ESTUDIANTE 2: De una manera estable

ESTUDIANTE 3: (Escribiendo) De una manera estable

ESTUDIANTE 2: Cuando se decidió a bajarse del camión y tocó el piso

ESTUDIANTE 1: Se encalambró

ESTUDIANTE 2: Se electrocutó

ESTUDIANTE 3: Debido a que la tierra tenía una carga dif...

ESTUDIANTE 1: Una carga que era contraria, y el man también estaba cargado de energía

ESTUDIANTE 3: El camionero tenía una carga contraria, y esto causo...

ESTUDIANTE 1: La electrocutación.

ESTUDIANTE 3: ¿Esa palabra si existe?

ESTUDIANTE 1: Bueno, electrificación

ESTUDIANTE 2: No, electrocutación

ESTUDIANTE 1: Pero sabe que, nosotros la cagamos, vea que la pregunta es: ¿Qué crees que sucede en el interior del camión que hace que se convierta en un lugar seguro para el camionero?

ESTUDIANTE 2: Ah bueno, escriba Estudiante 3, hágale que yo le dicto a ella (diciéndole a Estudiante 1). Eh... lo que hace que el lugar sea seguro es que el rayo afectó a todo por igual con la misma carga

ESTUDIANTE 3: ...que todo tenía la misma carga

ESTUDIANTE 2: Ya.

ESTUDIANTE 3: Y no tenía con que reaccionar

ESTUDIANTE 1: Hey, eso no tendría que ser al revés, ¿Cuándo uno está cargado de energía y uno dizque toca el suelo y ya se cae la energía?

ESTUDIANTE 2: Ah... Entonces

ESTUDIANTE 3: Ah y es que cuando usted tiene mucha energía y toca algo usted de todas maneras se electrocuta

ESTUDIANTE 1: Pero cuando una tiene mucha energía uno toca el piso y se descarga, la bota toda y ya no encalambra

ESTUDIANTE 3: Pero demás que era la misma energía

ESTUDIANTE 1: Manu, usted nunca fue al planetario que lo metían a uno en un cuartico y era como un bola que le encalambraba a uno el pelo, al salir de ahí decían: “no toquen a nadie, salgan y toquen el suelo para que bajen la energía” entonces uno tocaba el suelo y el pelo se caía otra vez, entonces, no sé...

ESTUDIANTE 2: (dictando a Estudiante 3) La “C”, cumplen una función de aislamiento del piso con el camión

ESTUDIANTE 1: Sí, porque la goma es un aislante, no es conductor

ESTUDIANTE 2: (dictando) Es decir, separa el piso del camión, separa la tierra del camión

PRACTICANTE: ¿Ustedes han pensado en que es lo que sucede cuando alguien se electrocuta, en el interior de la persona?

ESTUDIANTE 1: El sistema nervioso es afectado, ¿uno no se quema por dentro?

PRACTICANTE: ¿Los seres humanos vienen siendo malos o buenos conductores?

ESTUDIANTE 2: Mal, porque somos en gran porcentaje agua

ESTUDIANTE 1: No, porque mire que una vez un man sobrevivió a un rayo porque tenía tres dedos mochos, y la energía que le entró le salió por esos tres dedos, y no se murió. (Produce risas)

ESTUDIANTE 2: Este man si es muy bobo, somos buenos conductores porque estamos casi llenos de agua y ya.

ESTUDIANTE 1: ¿No es el 70%?

ESTUDIANTE 2: (corta el tema) La cuarta pregunta ¿Qué crees que se debió hacer con el auto o de que debó disponer este antes de que el camionero se bajara para que el hombre no hubiera resultado electrocutado?

ESTUDIANTE 3: Si él hubiera encendido el carro ¿Qué hubiera pasado?

ESTUDIANTE 2: Nada

ESTUDIANTE 1: De pronto!

ESTUDIANTE 2: Lo que debieron hacer fue quitarle las llantas para que la energía se pasara para otra parte

ESTUDIANTE 3: Él de todas maneras ¿Cómo se iba a bajar?

ESTUDIANTE 2: Él se iba a bajar después de que la energía ya no estuviera en el camión

ESTUDIANTE 1: Entonces como le iba a decir a la gente “hey quítame las llantas”

ESTUDIANTE 2: Hay, normal, abría la ventana

ESTUDIANTE 1: ¿Y si se encalabraba?

ESTUDIANTE 2: El hecho no es que le tenía que decir o no, el hecho es como lo iba a hacer y eso es lo que se debía hacer

PRACTICANTE: Y no podría existir algún otro instrumento

ESTUDIANTE 2: Un deselectrocutizador

PRACTICANTE: Es que usted dijo algo muy interesante, “quitarle las llantas para que ya no estuviera aislado” ¿no existirá otra forma de lograr esto?

ESTUDIANTE 2: Pero lo único que funcionaba de aislante en el camión eran las llantas, las llantas era lo que separaba el piso del camión.

ESTUDIANTE 1: Bueno, respondan, ya

ESTUDIANTE 3: No, pero ella dijo que qué otro material se podría haber usado

ESTUDIANTE 1: Si el carro tiene el rayo y uno lo prende que puede pasar, la energía qué, se puede recortar o algo

ESTUDIANTE 2: No se va a ir porque todavía sigue aislada, lo que había que hacer era quitarle toda la energía pasándola

ESTUDIANTE 1: La batería, la batería

ESTUDIANTE 2: Oiga a éste, y ¿Cómo lo hubiera desconectado?, no, lo más lógico es que se quitaran los neumáticos para poder que saliera la energía. Entonces copie pues Manu

ESTUDIANTE 1: Manu copie pues

ESTUDIANTE 3: Entonces, ¿quitarle las llantas sería la única opción?

ESTUDIANTE 1: No, es que podrían haber más opciones, escriba que una de las opciones sería quitarle los neumáticos...

ESTUDIANTE 2: Para que la energía se pase del camión al suelo, entonces en este caso la energía se regula o que

ESTUDIANTE 1: El camión se descarga. Pero eso casi nunca pasa, puede caer el rayo y le entra ¿no?

PRACTICANTE: Es una situación real

ESTUDIANTE 1: Bueno ya acabamos, que más hay que hacer

Actividad experimental: la jaula de Faraday

ESTUDIANTE 1: El sonido se comprime ahí. El metal es conductor, y cuando esté conectado un cable a tierra la electricidad se la chupa la tierra.

ESTUDIANTE 3: Y en el caso del sonido

ESTUDIANTE 1: El sonido es una onda electromagnética. Vea la jaula está hecha de un material conductor, pero a la misma vez puede funcionar como aislante porque no deja ni entrar ni salir energía cuando lo cierran, entonces por eso, si el carro no estuviera completamente cerrado se encalambra el man. En el caso del sonido la jaula hace un papel como de interferido, entonces no entra ni sale energía, entonces por eso se va la señal de radio.

ESTUDIANTE 3: Entonces ¿Qué pasa con el sonido?

ESTUDIANTE 1: Se dispersa

ESTUDIANTE 2: No entran señales

ESTUDIANTE 1: No entran señales de sonido, entonces ya no se escucha la emisora. (pregunta hacia el practicante) ¿Eso no funciona con una canción normal?

PRACTICANTE: No, solo para emisoras

ESTUDIANTE 2: Tienen que llegar ondas de afuera para evitar que esto evite que entren.

ESTUDIANTE 1: Ah sí, copie pues Manu

ESTUDIANTE 3: ¿Qué sucede con el sonido?

ESTUDIANTE 1: Haber, tenemos un radio. Ah tenemos que explicarlo todo

ESTUDIANTE 2: Al radio le entran ondas...

ESTUDIANTE 1: (interrumpiendo a Estudiante 2) Copie Manu los materiales, o sea, esta jaulita hecha con alambre de... de yo no sé qué...metal, un radio con sonido. Entonces vea, se tiene un radio prendido... es que hay que explicar la situación...

ESTUDIANTE 2: El radio prendido en una emisora, se mete a la jaula metálica y, pues, pierde la señal, eso es porque la jaula actúa como un aislador de ondas de sonido, o yo no sé, de frecuencias.

MANU: Bueno, ya con esto se contestan las dos primeras preguntas

ESTUDIANTE 1: Haber, ¿Qué es el sonido? Y ¿Por qué crees que sucede esto?...ah sí, queda decir qué relación hay entre este suceso y el del camión

ESTUDIANTE 2: Que en la primera parte el camión actúa como un aislante de la energía y en cambio en el segundo lo que se aísla es la frecuencia de las ondas de sonido, en la primera parte evita que la energía llegue al camionero....ah y en el segundo que lleguen las ondas de sonido.

Campo eléctrico entre dos placas paralelas

¿Qué crees que pasa con la semilla?

ESTUDIANTE 2: Entonces ustedes que creen que pasa en esta cosa

GRABRIEL: ¿Con la semilla?, ah pues que el agua está cargada con energía

ESTUDIANTE 2: El aceite

ESTUDIANTE 1: El aceite está cargado con energía y las semillas buscan alinearse entre sí para conservar la energía, y las semillas tienen también una energía propia que combinan entonces buscan alinearse entre ambas placas y estas placas de acero también ayudan con eso, que eso es conductor de energía entonces por eso se van pegando al acero y por eso se van formando en hilos.

ESTUDIANTE 3: Pero es que las dos tienen la energía, o sea que las semillitas se atraen hacia las plaquitas, porque se van alineando hacia las dos plaquitas, las dos tienen energía.

ESTUDIANTE 1: Claro, y en el video, se movieron (las placas) y ellas se corrían (las semillas) con él, entonces, por eso, porque las semillas tienen energía, las placas de acero también y se alinean (las semillas) para hacer densa (la energía), por decirlo así.

ESTUDIANTE 3 ¿Las semillas?,

ESTUDIANTE 1: Claro!

ESTUDIANTE 3: Las semillas no tienen energía

ESTUDIANTE 1: No, pero, pero es por lo que, por la situación se cargan de energía. Por la situación en la que están, se le transmite energía a esto, carga de energía esto, como la energía busca conectarse del positivo al negativo entonces las semillas también buscan como...como hacer esa conexión. Y el aceite tiene energía

ESTUDIANTE 3: Es como una energía, como... como fija, pues no varía como mucho porque mira que se van alineando hacia los dos lados.

ESTUDIANTE 1: Sí, es como una energía igual por parte y parte. Si, una energía estática que no varía tanto, siempre es como con el mismo movimiento, siempre van a formar líneas rectas, pues, no tienen que ser necesariamente así, pero siempre se van a unir.

ESTUDIANTE 3: (leyendo la guía) Teniendo en cuenta lo que observas dé una explicación a lo observado

ESTUDIANTE 2: Ya lo dijimos.

ESTUDIANTE 1: Hey chuzos díctale

ESTUDIANTE 2: Yo digo que la dicte "Gabo", yo he dictados todas.

ESTUDIANTE 1: Estamos en un grupo, estamos aportando

ESTUDIANTE 2: Yo aporto, que mi aporte debería ser dictado por Gabo.

ESTUDIANTE 1: Dígame pues su aporte y yo se lo digo.

ESTUDIANTE 3: Las placas están cargadas de energía...

ESTUDIANTE 1: ...y el aceite... las placas están cargadas de energía y el aceite actúa como conductor... Estudiante 2 explícalo pues

ESTUDIANTE 2: Yo ni sabía que el aceite era conductor de energía.

ESTUDIANTE 1: Yo tampoco

ESTUDIANTE 3: Entonces porque está diciendo eso

ESTUDIANTE 1: Porque es que por eso se unen...mentiras

ESTUDIANTE 3: (lo interrumpe) Ellas buscan unirse, pues, las dos placas

ESTUDIANTE 1: (interrumpiendo) Conectarse, las dos placas buscan conectarse entre ambas, pues y lo hacen por medio de las semillas, de la positiva a la negativa.

ESTUDIANTE 2: Ya, eso es todo

ESTUDIANTE 3: Formando líneas rectas

ESTUDIANTE 1: No necesariamente

ESTUDIANTE 2: Cadenas, van formando cadenas

ESTUDIANTE 1: Más bien... Ya acabamos (de escribir)

Actividad experimental 2

ESTUDIANTE 1: Mira, una de las dos bolas está cargada positivamente y la otra negativamente.

ESTUDIANTE 2: Ah cuando las cargas son iguales ocurre una bifurcación, se dividen, o sea separan, o sea, miti miti.

ESTUDIANTE 1: Se dispersan

ESTUDIANTE 2: (viendo la interacción cuando hay cargas iguales) Se repelan, se repelen

ESTUDIANTE 1: Venga yo leo... huy vea, hay que dibujar Manu, hay que hacer un dibujo de qué forma tomarían las semillas si hubiera una sola esfera.

ESTUDIANTE 2: Vea, cuando los cables son diferentes en la mitad de las dos esferas se hace como una bola.

Estudiante 1: Venga yo hago el dibujo

ESTUDIANTE 2: Póngale a un cable positivo y al otro negativo, Manu hay que aprender a dibujar. Escriba pues manu, "las semillas se unieron formando una esfera" ya y pásame la hoja yo hago los otros dibujitos.

ESTUDIANTE 3: ¿Por qué el medio se configura de esta manera?... porque cuando las cargas son iguales...

ESTUDIANTE 1: Porque las cargas son diferentes

ESTUDIANTE 2: Vea, yo sé cómo organizarlo, cuando las cargas son diferentes se configuran de ese modo porque las cargas tratan de unirse mediante las semillas

ESTUDIANTE 1: Se atraen mijo

ESTUDIANTE 3: Cuando las cargas son diferentes...

ESTUDIANTE 2: Se atraen, tratando de unir... pues... los dos campos eléctricos. Cuando las cargas son negativas se repelen

ESTUDIANTE 3: Con las cargas iguales las semillas presentan una bifurcación en el medio...

ESTUDIANTE 1: Ya acabamos.

Anexo 8

Permiso de los padres de familia

Señores

Padres de Familia

Por medio de esta misiva nos permitimos comunicarles que durante el transcurso del presente año, estudiantes de la Universidad de Antioquia, de la Licenciatura en Matemáticas y Física, vienen realizando su trabajo de grado en esta institución, en el área de física con la supervisión de la profesora.

Para efectos de llevar a cabo dicho trabajo se requiere tomar datos a manera de registros gráficos (fotos y videos), registros de audio (grabaciones) en los que participan sus hijos.

Dado que son los padres de familia y/o acudientes los representantes legales de los estudiantes ante la institución y que es un requisito ético el que estén informados de dicha investigación, se asegura, mediante este documento, que la información obtenida será usada para efectos del desarrollo de la investigación y que no será usada para ninguna otra cosa distinta.

Este trabajo no requiere tiempo, ni dinero extra por parte de ustedes, ya que todo correrá por nuestra cuenta.

Gracias por la atención y colaboración.

Como padre o acudiente del estudiante _____ reconozco que fui informado que mi hijo y/o acudido participa de un proceso de investigación como actor investigado y no tengo objeciones para que él participe de dicho proceso.

Firma y cédula.