



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**Facultad de Educación**

**La Actividad Experimental como Facilitadora en la Construcción del Concepto de  
Fuerza en los Primeros Grados de Bachillerato**

**JAIRO AUGUSTO AMAYA ARROYAVE**

**Asesor(a)**

**YANETH LILIANA GIRALDO SUAREZ**

**2017**



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre y mis hermanos, por su comprensión y la paciencia que han tenido con migo ha permitido que esta travesía sea más satisfactoria, su amor me ha dado fuerzas para seguir el sendero de la docencia.

A Robinson González, mi maestro cooperador, por permitir compartir con él los espacios vitales para esta investigación, su ejemplo y consejos inspiraron en muchas ocasiones aspectos importantes del presente trabajo.

A Yaneth Liliana Giraldo Suárez, quien fue mi asesora de tesis, por su amistad y conocimiento brindado incondicionalmente, lo cual permitió culminar el presente trabajo de grado, que este lazo de amistad perdure muchos años más y así poder seguir recibiendo sus sabios consejos.

A mis compañeros de estudio, sus consejos, opiniones y críticas ayudaron a comprender con claridad muchas cosas, además aportaron grandes sonrisas permitiendo que este viaje fuera una aventura mucho más enriquecedora.

A los estudiantes de la Institución Educativa el Pedregal, por su participación desinteresada en mi propuesta pedagógica, su respeto hacia ella reafirma mi buena decisión por el camino que he tomado, por la docencia.

A la Universidad de Antioquia, mi hogar, por todos los gratos momentos llenos de satisfacción, por permitir encontrarme y encontrar personas valiosas y por otorgarme una vida académica sin la cual ahora me sentiría vacío.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación es un estudio de caso que pretende presentar los fundamentos teóricos y las contribuciones de una propuesta de enseñanza de la física surgida en el programa de Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).

El trabajo de investigación tiene como propósito contribuir a las reflexiones acerca del proceso de construcción del conocimiento en clase de física, a través de fundamentación teórica y el diseño e implementación de una propuesta pedagógica centrada en la observación, la reflexión y la argumentación de ideas en el marco de la actividad experimental como propiciadora de espacios para estos propósitos. Las actividades experimentales se diseñaron para favorecer momentos en los que los estudiantes pudieran expresar y argumentar sus ideas frente a un fenómeno. Las actividades propuestas son producto de un análisis crítico de textos de primera fuente que tratan el concepto de fuerza y la construcción de este desde la antigua Grecia hasta Newton

La propuesta consta de tres momentos que brindan las bases para futuros conceptos y favorecen una mejor comprensión de algunos fenómenos. Inicialmente se exploran las ideas previas que los estudiantes tienen del concepto de fuerza, realizando descripciones y explicaciones de situaciones cotidianas; en concordancia con estos aportes, se procede a otras experiencias en las que los estudiantes debe manipular elementos y hacer análisis de situaciones, como halar la cuerda y hacer deslizar objetos sobre diferentes superficies, en estas intervenciones se privilegia el carácter discursivo en la construcción de conocimiento.

Palabras clave: Actividad experimental, fuerza, enseñanza de la física



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1803  
Facultad de Educación

## ABSTRACT

The present work of investigation is a case study that pretends to present the theory fundamentals and the contributions of a physics teaching proposal from the program of math bachelor's degree and physics from the "Universidad de Antioquia (Medellin, Colombia).

The investigation job had as a purpose to contribute to the thoughts about the process of knowledge building in physics class, through the theory foundation and the design and implementation of a pedagogical proposal centered in the observation, the consideration and the idea argumentation in the experimental activity framework as a starting point of spaces for this kind of purposes. The experimental activities were designed to favor the moments in which the students could express and present their ideas of a phenomena. The proposed activities are the result of a critical analysis of first hand textbooks that are based on the strength concept and the construction of it since the ancient Greece until Newton.

The proposal is about three different activities that offer fundamentals for future concepts, favoring a better comprehension of the phenomena. First the student's ideas about strength are explored, making descriptions and explanations of common situations, in agreement with these contributions, other activities are developed in which all the students must manipulate elements and make situation's analysis, in these interventions the discursive character for the knowledge building is rewarded.

Key words: Experimental Activity, force, Physics teaching.



## CONTENIDO

ABSTRACT.....	IV
LISTA DE GÁFICAS.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VI
LISTA DE FOTOS.....	VII
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 General.....	14
2.2 Específicos.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 Perspectivas de ciencia.....	14
3.2 Actividad experimental.....	16
3.2.1 Aplicación de la A. E.....	18
3.2.2 La A. E. y la construcción de explicaciones en el aula.....	19
3.3 Recuento histórico del concepto de Fuerza.....	22
3.4 Las concepciones alternativas en el proceso de construcción de conocimiento.....	25
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
4.1 Enfoque y tipo de estudio.....	30
4.2 Caso y contexto.....	32
4.3 Construcción y sistematización de datos.....	33
4.4. Sobre las categorías de análisis.....	35



4.4.1 Procesos de significación y conceptualización de fenómenos.....	38
4.4.1.1 Los conceptos previos como explicación de fenómenos.....	38
4.4.1.2 Apropiación de nuevos esquemas de pensamiento como alternativas válidas en la concepción de mundo.....	39
4.4.2 Dimensión Social y Discursiva de la Actividad Experimental.....	40
4.4.2.1 La construcción de explicaciones como herramienta para reflexión y construcción de explicaciones.....	41
4.4.2.2 El discurso como escenario de construcción social de conocimiento.....	42
5. HALLAZGOS.....	43
5.1 Procesos de significación y conceptualización de fenómenos.....	43
5.1.1 Los conceptos previos como explicación de fenómenos.....	43
5.1.2 Apropiación de nuevos esquemas de pensamiento como alternativas válidas en la concepción de mundo.....	65
5.2 Dimensión Social y Discursiva de la Actividad Experimental.....	69
5.2.1 La construcción de explicaciones como herramienta para reflexión y construcción de explicaciones.....	70
5.2.2 El discurso como escenario de construcción social de conocimiento.....	72
6. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES.....	77
7. BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	82
LISTA DE TABLAS	



**Tabla 1.** Tabla de convenciones para los enunciados.....34

**Tabla 2.** Tabla de categorías, subcategorías e indicios.....35

LISTA DE GRÁFICAS

Figura 1: Conceptos identificados en la pregunta 1, actividad 1.1.....45

Figura 2: Conceptos identificados en la pregunta 2, actividad 1.1.....46

Figura 3: Conceptos identificados en la pregunta 3, actividad 1.1.....47

Figura 4: Conceptos identificados en la pregunta 4, actividad 1.1.....48

Figura 5: Conceptos identificados en la pregunta 5, actividad 1.1.....49

Figura 6: Conceptos identificados en la pregunta 6, actividad 1.1.....50

Figura 7: Conceptos identificados en la pregunta 7, actividad 1.1.....51

Figura 8: Conceptos identificados en la pregunta 8, actividad 1.1.....52

Figura 9: Conceptos identificados en la pregunta 1, actividad 1.2.....54

Figura 10: Representación de las fuerzas aplicadas en un objeto, actividad 1.2.....55

Figura 11: Conceptos identificados en la pregunta 2, actividad 1.2.....56

Figura 12: Conceptos identificados en la pregunta 3, actividad 1.2.....57

Figura 13: Figuras de hombre empujando una caja, actividad 1.2.....58

Figura 14: Conceptos identificados en la pregunta 4, actividad 1.2.....59

Figura 15: Conceptos identificados en la pregunta 5, actividad 1.2.....60

Figura 16: Conceptos identificados en la pregunta 6, actividad 1.2.....61

LISTA DE FOTOS

Foto 3: Relación de los estudiantes entre masa y fuerza, actividad 2.2.....62

Foto 1: Manejo de recursos, actividad 2.....67

Foto 2: Cambio de velocidad del bloque en superficie.....75



## PRESENTACIÓN

Durante la primera parte de la práctica pedagógica llamó la atención escuchar a estudiantes lamentarse porque no entendían muy bien física, recurriendo a clases particulares para lograr superar estas dificultades. Por ello es importante desarrollar habilidades de análisis y observación desde edades tempranas, a través de experiencias significativas, tales como actividades experimentales, que infortunadamente en los colegios y escuelas tienen una carga horaria inferior con respecto a la teoría, en ellas oscilan entre 4 y 10 experiencias al durante el año escolar, además en muchos casos están aisladas de la teoría y de la historia del concepto que trata, además existen gran variedad de estudios que muestran la eficiencia de estas actividades en el proceso educativo (Romero, 2013; Malagón, Ayala & Sandoval, 2011; García, 2011)

El interés de esta investigación se centra en la orientación hacia la construcción del concepto de fuerza por contacto, por parte de un grupo de estudiantes de los grados 6° y 7° de básica secundaria de la Institución Educativa el Pedregal, a través de actividades experimentales, en las que se realizan observaciones de situaciones cotidianas donde evidencien la acción de una fuerza; a partir de esto se le orienta a los estudiantes, para que hagan uso de las explicaciones que ellos mismos han construido en torno a éste tipo de situaciones, de tal que se pueda entablar un diálogo entre ellos y llegar a un primer consenso frente al concepto que se está abordando.

La primera parte de la práctica pedagógica se desarrolla compartiendo espacios de aprendizaje con estudiantes de décimo y undécimo, a partir del dialogo con ellos surge el interés que conduce a esta investigación, pues los educandos expresan de diferentes maneras que poco entienden los temas de física abordados en clase y por tanto tienen la percepción que es una materia difícil, compleja y aburrida, sin embargo, esta percepción cambia cuando logran

comprender uno de los conceptos abordados, en este punto se sienten entusiasmados y motivados, incluso abogan por avanzar en otra temática o piden retos de mayor complejidad.

Por lo anterior, se considera que el concepto de fuerza por contacto puede ser construida en los primeros grados de bachillerato a partir de una actividad experimental, pues es un concepto cotidiano y recurrente en varias temáticas de física tratadas en el aula, de tal manera que con la aplicación de dicha actividad se puedan minimizar dificultades en el proceso de aprendizaje, que de acuerdo con los estudiantes observados, sólo se aborda en grados superiores.

Dado lo anterior, se construye una unidad didáctica para trabajar con un grupo de estudiantes de sexto grado la cual permitirá analizar una serie de situaciones aunadas con preguntas que les lleve a un acercamiento del concepto de fuerza mediante un proceso de construcción, en el que se parte de ideas desde su experiencia común, las cuales pueden cambiar o volverse más sólidas luego de analizar actividades experimentales en los que interviene la fuerza por contacto.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Al realizar la práctica docente en la Institución Educativa el Pedregal se observa que la mayoría de los estudiantes de 10° y 11° consideran a la física como una ciencia que surge de manera espontánea y que a través del tiempo no cambia, aburrida o como una “matemática disfrazada”, de tal manera que lo único que deben hacer es memorizar una serie de algoritmos, los cuales deben ser aplicados en un ejercicio y la elección de las relaciones matemáticas depende de la situación planteada. Los espacios de actividades experimentales son escasos y en muchas ocasiones se enfocan a la verificación de teorías, dejando a un lado su carácter exploratorio.

Se evidencia también que a los estudiantes se les dificulta argumentar su percepción de mundo físico por carecer de lenguaje adecuado. Por lo que los estudiantes expresan que no entienden lo que el docente expone y sólo se limitan a guardar silencio y dedicarse a otras actividades que les llaman más la atención o les interesan más.

En tal sentido, se debe incentivar a los estudiantes, por medio de actividades que favorezcan la reflexión, al estudio del movimiento como causa del desequilibrio de fuerzas internas y así ayudar a la comprensión de muchas situaciones cotidianas.

Canedo (2009) menciona que conceptos como fuerza por contacto, pueden ser trabajados en grados inferiores permitiendo a los estudiantes una comprensión clara del mundo físico desde edades tempranas; así mismo, varias investigaciones (Canedo, 2009; Tomás, 2009) han mostrado que la implementación de actividades que promuevan la reflexión y la argumentación de ideas es benéfico en cuando al mejoramiento de análisis crítico de situaciones, con lo cual se pueden abordar con mayor fluidez ejercicios o problemas no sólo de física, también de la vida cotidiana.

La actividad experimental no debe ser subsidiaria de la teoría física, limitándose a una mera recolección de datos para comprobar lo que dice la teoría, sin pasar por una reflexión de los fenómenos a partir de dichos datos (Hacking, 1996).

Usualmente las actividades experimentales van de la mano con la teoría, por esta razón el acercamiento a una construcción de conceptos propios de la física debe ser desde las dos perspectivas, es usual que en nuestro contexto colombiano, los docentes de física se centren más en el aspecto teórico y operativo de transformaciones que en la naturaleza de los cambios que sufren los objetos analizados, es necesario también que los estudiantes tengan un contacto frecuente con actividades experimentales que les ayuden a la construcción de conceptos, pues esto les permitirá relacionar la experiencia y las construcciones conceptuales que ellos hagan y posteriormente el análisis de estas relaciones, así ellos podrán construir su conocimiento y adquirir lenguaje científico, es difícil que esto se geste cuando en un periodo de 10 semanas deben abordar muchos temas y las prácticas experienciales son escasas.

Por lo anterior considero que es importante que dichas actividades experimentales se empiecen a dirigir y trabajar desde grados inferiores, en las que los estudiantes, a partir dichas actividades, puedan hacer relaciones entre su conocimiento y la nueva experiencia, de tal manera que puedan fortalecerse capacidades para observar, interrogar, conjeturar, analizar, abstraer y modelar, necesarias en el pensamiento crítico reflexivo, no solo en el mundo científico, sino también para su diario vivir.

Es usual que las clases de física se centren en procesos algorítmicos utilizados para resolver ejercicios derivados de situaciones físicas que no tienen conexión con la cotidianidad de los estudiantes, es por esta razón que el estudiante de media (10° y 11°) al recibir las clases por parte

de un docente que se centra en los procesos matemáticos alejados del significado físico, se le presenten dificultades para hacer las relaciones y los análisis pertinentes generando, muchas veces, un malestar hacia la materia (Ayala, 2006).

A partir de lo anterior surge la motivación de plantear una estrategia focalizada en un grupo de estudiantes de sexto grado, en torno a la construcción del concepto de fuerza, beneficiado por la capacidad de indagación que en ellos es natural y haciendo uso de la actividad experimental como una estrategia eficiente que permite el análisis y la discusión argumentativa en pro del saber científico.

De lo anterior surge como pregunta orientadora para la presente investigación

¿Qué contribuciones puede tener la orientación de actividades experimentales en la construcción del concepto de fuerza por parte de los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa el pedregal?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar el proceso de construcción del concepto de fuerza que elaboran los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa el Pedregal, mediante la aplicación de actividades experimentales.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las pre-ideas que tienen los estudiantes en torno al concepto de fuerza.
- Describir los cambios que sufren las concepciones alternativas de los estudiantes durante la participación en las actividades experimentales.

- Caracterizar los discursos argumentativos por parte de los estudiantes durante y después de la actividad experimental.

### **3. MARCO TEÓRICO**

Para la construcción del sustento teórico del trabajo de investigación, se abordan algunos aportes desde la sociología, filosofía y la didáctica de las ciencias, así como algunas reflexiones desde el ámbito educativo, enfocando la atención en las relaciones que se pueden establecer con la actividad experimental, el concepto de fuerza y la argumentación de ideas.

#### **3.1 Perspectivas de ciencia**

Para la construcción y sustento teórico del presente trabajo de investigación se tienen en cuenta algunas perspectivas de ciencias que aportan a la actividad experimental en ámbitos educativos, teniendo en cuenta que el aprendizaje en el aula es de carácter social, estas son:

- La actividad de la creación científica radica en indagar sobre un objetivo de interés para el hombre, con el propósito de darle sentido a aquello que lo rodea, para ello dicha actividad debe soportarse por un método que garantice la fiabilidad de ideas; sin embargo, en la ciencia empírica, como la física, éstas no son del todo ciertas, siempre serán susceptibles a la refutación, pues pasan por la experiencia del investigador y por ello será subjetiva, sin embargo en ese trasegar se acercarán cada vez más a la verdad (Popper, 1972) (Popper, 1996).
- La actividad científica no está alejada de la sociología de la ciencia, por lo tanto, los intereses científicos los determinan el momento histórico en el que esté inmersa la

comunidad científica, quienes revolucionan los paradigmas existentes e instauran otros más sencillos y con mayor poder de predicción. (Kuhn, 1969) (Kuhn, 1982).

- Históricamente han surgido posturas científicas que se oponen a la forma de proceder y de pensar un mismo hecho, por lo tanto, no hay método infalible de crear ciencia, dichos significados surgen de la manera de pensar y sentir particular del investigador y que en ocasiones rivaliza con la postura científica dominante, de tal manera que al poner a prueba cada una de las posturas, la que mejor explique un fenómeno y tenga mayor poder predictivo se impondrá, esta es la idea de “*todo vale*”, en este proceso las leyes naturales no se infieren de manera inductiva sino por contrastación de teorías. (Feyerabend, 1986)

- La actividad de experimentación es completamente natural en el ser humano y, al llevarla al laboratorio, permite un control de variables y con ello reproducir los fenómenos artificialmente, en este aspecto la actividad experimental permite crear conceptos y definiciones, no solo comprobar las teorías a partir de datos recolectados, una no es subsidiaria de la otra, más bien son actividades paralelas que permiten la creación de teorías y la verificación de la existencia de objetos (Hacking, 1996).

- La actividad de laboratorio en ciencias radica en que los científicos construyen hechos científicos sometiéndolos a la técnica y a los instrumentos creados para verificar su veracidad; de esta manera, la labor del científico consiste en convencer a otros de la certeza de sus hipótesis, dando como producto bienes manufacturados y artículos, sin embargo, toda esta labor está sometida a la aprobación de entidades políticas que ven en los hallazgos un lucro (Latour & Woolgar, 1995).

### 3.2 Actividad experimental

“El mundo de la experimentación es un mundo que tiene vida, que supone mucho trabajo, pero también creación y, por encima de todo, un conocimiento del experimentador en torno al aparato y al efecto, que es lo que permite tomar decisiones.”

(Iglesias, 2004, pg 116)

La actividad experimental, desde ahora A. E., no es un ejercicio a priori, es un intento de recrear el mundo que rodea al investigador para después caracterizar sus componentes y volver a recrearlo, es un ejercicio de reflexión y análisis profundo que surge de la interacción entre la actividad de una comunidad científica y las interpretaciones que se le otorguen a las transformaciones se logran evidenciar en la naturaleza, por su carácter artificial los resultados difieren tanto de la teoría como del mundo natural en sí, pero está en el punto medio que al otorgarle un rango abarca los dos resultados extremos. (Iglesias, 2004)

La actividad científica tiene una característica de suma importancia que es observar, pero no de manera pasiva, es decir, se observa con todo el cuerpo y con la mente, es una actividad que se ejecuta a conciencia y reflexivamente, los aparatos facilitan esta observación y ellos no son contruidos a priori, todo lo contrario, son pensados con el propósito de tener una interacción más eficiente con el fenómeno, con los efectos que este muestre (Iglesias, 2004). Para la presente investigación se considera a la A. E. como un proceso en el que una comunidad analiza y observa un objeto de interés, bajo condiciones que le permita construir explicaciones sobre los fenómenos observados y recrear hechos científicos que pueden dar indicios de nuevas ideas o formas de representar el mundo que nos rodea. (Hacking, 1996)

El estudio de efectos, producto de la actividad experimental, permite a partir del análisis crear un fenómeno, dicho fenómeno está cargado de teoría, es decir, pueden tener varias explicaciones para las mismas transformaciones naturales, las cuales están soportadas en diferentes teorías, aceptar una postura nueva es producto de la transversalización de la experimentación, la teorización y la historia (Iglesias, 2004).

La actividad del científico no es en solitario, como lo ejemplifica Latour & Woolgar, en su libro “La vida en el laboratorio” (1995), estos autores recrean una imagen y como antropólogos analizan el actuar de un grupo de científicos, se describe en primera instancia, que el laboratorio está distribuido según el proceso específico que se desarrolla y allí hay investigadores que se ocupan de ciertas labores, es decir, no se ocupan todos de hacer cada una de las actividades pertinentes sino que se distribuyen de acuerdo a su especificidad, como si fuera una empresa de ensamblaje, cada momento finaliza con un informe, el cual es el paso inicial para el siguiente proceso y así sucesivamente, al final de toda la cadena existe otro grupo que se encarga de sintetizar y darle cuerpo y coherencia a toda la actividad realizada y presentar un informe final.

Así como Latour & Woolgar, Fleck (1989) hace referencia a colectivos de pensamientos en se menciona que la labor del científico raras veces es individual y casi siempre está determinada por la historicidad del investigador, por las necesidades colectivas del momento, se pide consentimientos y consejos a pares, con el fin de retroalimentarse y minimizar los errores.

### **3.2.1 Aplicación de la A. E.**

La A. E. hace real el acuerdo entre teoría y mundo, es decir, construir explicaciones del mundo natural, para esto se recrean situaciones específicas, lo que antes se había mencionado como hecho científico; a modo de ejemplo, si se pregunta por la caída de los cuerpos, lo más



adecuado para tal propósito es dejar soltar algunos objetos en un lugar en el que la resistencia del viento no afecte significativamente el experimento, de esta manera se acomoda el fenómeno a la teoría, aunque esta no es la realidad del entorno, pues cotidianamente se ve que las corrientes de viento retardan significativamente la caída de los objetos, de esta manera la actividad experimental permite observar y analizar particularidades de los fenómenos bajo la vista de la teoría que la rige.

Siguiendo a Fleck (1987), la A. E. no es subsidiaria de la teoría, sino que la experimentación y la teoría obedecen a dinámicas cambiantes en las que una se presenta antes que la otra y viceversa y en otras ocasiones se desarrollan paralelamente, no es conveniente pensar que la labor del grupo científico es simplemente descubrir las leyes que rigen a la naturaleza y posteriormente simplemente recrearla en otros ambientes y por tanto a prueba de errores, es más bien una labor de profundo análisis y reflexión y en ese camino se encuentran con múltiples dificultades que se van superando por un trabajo colectivo y aprendiendo de esos “errores”, las historias que están detrás de las construcciones muchas veces son invisibilizadas, generando a través de los años una imagen errada de la actividad científica. (Iglesias, 2004)

La experiencia en el ámbito educativo se puede abordar desde cuatro principales perspectivas, tales son: experimentos cualitativos, cuantitativos, guiados y exploratorios.

Existe diferencia entre el experimento cualitativo y el experimento cuantitativo. El segundo se ha convertido en una generalidad en la enseñanza en los centros educativos en él se busca tomar medidas, consignarlas en una tabla, hacer operaciones y presentar un informe, dichos datos deben ser consecuentes con la teoría, también se calcula el error, lo que nos da cuenta de que algo no está bien, algo que no es y que permite obtener información. La experimentación

cuantitativa es un análisis del fenómeno atravesado por el conocimiento del científico y también por los vacíos conceptuales que pueda tener. (Ferreirós & Ordoñez, 2002)

En cuanto a la experimentación guiada, común en los espacios escolares, ella está presente sobre las disciplinas de la ciencia que ya están desarrolladas como la física mecánica o el estudio de la célula, por lo que tiene alto contenido de comprobación de teorías ya aceptadas, la manera en que comúnmente se procede en este tipo de experiencias es tomando medidas siguiendo un orden, modos de actuar y maneras de manipular los instrumentos para obtener resultados preestablecidos. (Ferreirós & Ordoñez, 2002)

Mientras que la experimentación exploratoria es propicia para los momentos iniciales del desarrollo de un tema, esta permite identificar los pre-saberes y además pensar el mundo desde lo que se desconoce, también es importante por la caracterización del fenómeno y sus cualidades, lo que permite identificar aquello que se desconoce. (Romero y Aguilar, 2013)

### **3.2.2 La A. E. y la construcción de explicaciones en el aula**

La enseñanza de las ciencias no se debe limitar a una transcripción de relaciones matemáticas y su implementación en un ejercicio de física, química o biología en el que se limite a identificar datos, despejar, reemplazar y operar sin realizarse un proceso de reflexión sobre el concepto abordado, más bien debe ser un acto reflexivo acerca de la naturaleza de la ciencia, un espacio que permita que los estudiantes fortalezcan su pensamiento crítico a fin de comprender la ciencia presente en su entorno y su cotidianidad, es por ello que el uso de la argumentación en clases cobra importancia en la educación y no sólo debe considerarse como tarea que le compete únicamente a los científicos, sino que desde la escuela deben hacerse esfuerzos para fortalecer el

pensamiento científico, entendiéndolo como forma de ver el mundo de manera objetiva y crítica (Candela y Herrera, 2013).

La herramienta de comunicación más usada para transmitir conocimiento en el aula de clase es el discurso hablado, mediante este el docente y los estudiantes se expresan en un lenguaje cotidiano, lo que consideran como cierto, verdadero y aceptado. Al momento de expresar sus conocimientos frente a algún concepto, se les dificulta a los estudiantes escribir sus percepciones, sin embargo, cuando logran un buen nivel de confianza entre ellos y con el docente hablan con fluidez de lo que conocen, bien sea por que alguien más se lo hizo saber, o porque lo leyeron en algún lado o porque ya lo estudiaron (Candela y Herrera, 2013); es decir, mediante esta herramienta los estudiantes logran expresar con mayor eficiencia sus ideas y así mismo el profesor logra acercarse a las construcciones y comprensiones que sus educandos tienen de los fenómenos físicos.

El maestro resulta de vital importancia al momento de propiciar espacios y coordinar las intervenciones en los que los estudiantes puedan expresar sus ideas con naturalidad, generando así momentos para compartir ideas, refutar y justificar. Al respecto Candela y Herrera (2013) mencionan los aportes de Toulmin, quien considera que el discurso argumentativo es una herramienta poderosa en la enseñanza de las ciencias, esta estrategia permite identificar varios tipos de proposiciones, tales como:

Dato (D): son hechos factuales que permiten validar la información.

Conclusión (C): tesis que se establece.

Justificación (G): Razones, reglas o principios que relacionan los datos con la conclusión, permite mostrar que la línea que une a D con C es legítima.

**Fundamento (F):** Conocimiento básico que le brinda sustento teórico a la justificación.

**Calificadores modales (Q):** aporta el grado de certeza, haciendo uso de conectores tales como: siempre, a veces, probablemente, etc.

**Refutadores (R):** Son comentarios que muestran en qué situaciones C no tiene validez.

Pinochet (2015) consideran que el argumento, como herramienta, es un discurso que un grupo de científicos logran elaborar para justificar sus conclusiones o hallazgos, mientras que la argumentación es el proceso que se lleva a cabo para producir dicho argumento, estos procesos son variados y no obedecen a una rúbrica particular, es decir que cada persona llega a unos argumentos por rutas diferentes a las de otros, este autor también rescata que la aplicación del modelo argumentativo de Toulmin permite en los estudiantes fortalecer habilidades críticas y reflexivas.

Diaz y Jimenez (2003) consideran que en el aula de clase, y en la vida en general, el lenguaje “hablado” como herramienta para la argumentación, está presente constantemente, de tal manera que si alguien desea acceder a alguna información, se recurre inicialmente al recurso hablado, este continúa actuando bien sea para explicarle a otro o viceversa; es decir, se recurre a la instrucción discursiva, donde el profesor brinda información a sus estudiantes y cada uno le brinda a esa información significados diferentes dependiendo de su concepción de mundo (cultura, época e ideología determinadas), por lo tanto cada uno de los sujetos concibe esta nueva información de manera particular, esta multiplicidad de significados debería socializarse para llegar a “consensos” y para que el educador esté al tanto de la interpretación que dan sus alumnos a lo explicado, esto con el propósito que todo el grupo se acerque al conocimiento que el profesor desea que asimilen.

La comunicación en el aula debería permitirles a los estudiantes construir en conjunto los significados; sin embargo, esto no siempre ocurre, pues, aunque comparten actividades no lo hacen con el conocimiento puesto que la participación del estudiantado es en general pasiva. Como lo menciona Pinochet (2015) no es posible, por parte del profesor, conocer exactamente lo que ocurre en la mente de los estudiantes, pero si se puede tener una aproximación a ella prestando atención a sus aportes argumentativos.

Según Ayala (2006), una de las estrategias más importantes dentro del aula es mostrar la ruta en la que se han construido los conceptos en ciencias, su propósito es mostrar que el ejercicio científico no es sólo grupal, sino que también es un proceso largo, arduo y cargado de discusiones entre varios científicos, por lo que se considera de suma importancia que los estudiantes tengan conocimiento de la historia que conforma el concepto.

A partir de la lectura de artículos que narran la historia de desarrollo del concepto de fuerza y apoyados con fuentes de primera mano se presenta a continuación una breve cronología con datos relevantes para el concepto de fuerza que pueden ser de ayuda en la presente investigación.

### **3.3 Recuento histórico del concepto de Fuerza en relación al movimiento de los objeto**

La construcción y validación de conceptos en ciencias no es una labor que se desarrolla de manera instantánea (Mach, 1948), por el contrario es un proceso en que se invierte mucho tiempo, años e incluso siglos, como en el caso del concepto de fuerza, desde los antiguos griegos cuando intentaron dar explicación al movimiento hasta s. XVII en Europa con uno de sus máximos exponentes Sr Isaac Newton. En la enseñanza de las ciencias es importante que los

estudiantes tengan conocimiento de la historia y las pugnas que se gestan para que una teoría sea aceptada.

Las primeras evidencias que se encuentran con respecto al movimiento como consecuencia de la acción de fuerzas las proporcionan los antiguos griegos, quienes consideraban dos regiones del universo en la que la naturaleza del movimiento y este mismo son diferentes, los griegos consideraban que el movimiento más perfecto era el que seguía una trayectoria circular, estas trayectorias eran naturales en el mundo supra-lunar, es decir, en el universo que se encuentra por encima de la órbita lunar, mientras que el movimiento de los cuerpos pertenecientes al mundo que se encuentra debajo de la órbita lunar, es decir, sub-lunar, es naturalmente vertical, dominado por la cantidad de sustancia presente en cada cuerpo, así que cuando se calienta agua en una vasija, el vapor asciende porque tiene gran cantidad de la sustancia fuego, que naturalmente sube, pasado cierto tiempo el vapor se enfría lo que quiere decir es que el elemento fuego se pierde, pasando a ser el agua la sustancia predominante que naturalmente tiende hacia abajo, por lo tanto se precipita, además, los objetos más pesados tienden a caer mientras que los más livianos no tienen tanta tendencia a esto. (Palanco, 2009)

Para los griegos los movimientos verticales estaban bien explicados, sin embargo los demás movimientos son atribuidos a intervenciones violentas, a fuerzas exteriores, sin la cual los cuerpos permanecerían en su lugar natural, o sea el reposo, en el movimiento de proyectiles el objeto se aleja de su motor, el espacio que deja detrás el cuerpo mientras se mueve es ocupado por el aire a su alrededor permitiendo la continuidad de movimiento, pues le proporcionaba pequeños impulsos, este movimiento es inversamente proporcional a la resistencia del aire, si se detiene pronto es porque existe mayor resistencia del medio y viceversa, por lo que el vacío no puede ser concebible.

Entre las épocas de Aristóteles hasta Galileo surgen importantes aportes, entre los años 1328-1350, en Merton College de Oxford, la naturaleza cualitativa fue enriquecida con magnitudes numéricas, por otro lado Jean Buridan de Universidad de París, aporta el concepto de ímpetus, que se puede entender como la cantidad de movimiento de los objetos, se menciona que es una fuerza o impulso, este “*impetu*” es proporcional a la masa y a la velocidad impartida por el agente del movimiento y mantiene al móvil en ese estado sin necesidad de acciones ulteriores. (Rivera, Madrigal, Cabreara, & Mercado, 2014)

Para la época de Galileo, ya se tenía conciencia que los aportes de las corrientes aristotélicas no satisfacían completamente los eventos observados sobre caída de los cuerpos, por lo que se requería otro tipo de explicaciones, ahí es cuando Galileo aporta enormemente haciendo un estudio detallado del movimiento descendente, argumentando que los cuerpos que caen en el vacío recorren distancias iguales en tiempos iguales, de la misma manera sus cambios de velocidad son iguales; además la trayectoria de los proyectiles es parabólica, compuesta por dos movimientos que no se impiden mutuamente, otro de los grandes aportes de Galileo es que si un cuerpo se mueve sobre un plano horizontal infinito sin fricción puede permanecer con la misma velocidad (Rivera, Madrigal, Cabreara, & Mercado, 2014).

Ya en 1687 Sr Isaac Newton escribe “Los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural”, en ella organiza y estructura los aportes realizados por sus predecesores, para él el estado natural de los cuerpos era reposo o velocidad constante y para cambiar uno de estos dos estados era necesario una causante, así que introduce el concepto de fuerza como agente de este cambio de velocidad, en sí la definición no aparece como tal  $F=ma$ , esta notación se la debemos a Euler, además del concepto de masa puntual (Palanco, 2009).

### Newton enuncia tres leyes del movimiento así:

Primera ley del movimiento enuncia. “Todos los cuerpos preservan en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impuestas.” (Newton, 1687 [1993]). Lo que quiere decir es que todos los cuerpos masivos se oponen al cambio de estado, por lo que es más difícil mover un objeto que tiene más masa que otro, de igual manera si se quiere frenarlo, por lo tanto su aceleración será menor que la de otro cuerpo sometidos a la misma cantidad de fuerza.

Segunda ley del movimiento indica que “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y se hace en la dirección de la línea recta en que se imprime la fuerza” (Newton, 1687 [1993]). Esto quiere decir que la aceleración de un cuerpo es proporcional a la fuerza neta externa a la que esté sometido, en términos de Euler tendríamos que  $F=ma$ .

Tercera ley del movimiento, más conocida como el principio de acción y reacción está plasmada en los principios matemáticos así: “Para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones recíprocas de dos cuerpos entre sí son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias” (Newton, 1687 [1993]). Esta ley indica que las fuerzas presentes en un cuerpo se presentan en pares y que al interactuar varios cuerpos generan dinámicas diferentes en todo el sistema resultando en un movimiento.

Tener conocimiento de este componente histórico supone una herramienta importante a nivel didáctico (Ayala, 2006) que si se aborda desde la A. E. en grados inferiores, pueden ayudar a tener una mejor comprensión del mundo alrededor.

En el aula de clase los estudiantes pueden tener ideas de fuerza que estén acordes con los aportes de algunas de las escuelas antes vistas y es importante que las compartan y tengan

debates enriquecedores en medio de un ambiente de respeto, de esta manera van adquiriendo lenguaje científico y se van acercando a definiciones y significados que se encuentren en armonía con lo que observan y con lo que la comunidad científica ha llegado a acuerdos.

### **3.4 Las concepciones alternativas en el proceso de construcción de conocimiento**

Cuando una comunidad científica observa algo de su interés, acompaña esa actividad con una carga teórica que va a servir de interpretación y análisis inicial, esta teoría posiblemente no responde de manera satisfactoria a lo observado, sin embargo constituye una base firme para crear fenómenos (Estany, 2007), en concordancia con las ideas de Lakatos, existe una base firme e irrefutable sobre la cual giran las otras construcciones.

Así mismo proceden los estudiantes cuando se enfrentan a la A. E, se consideran un fenómeno desde sus saberes, dichos saberes pueden ser adquiridos por la influencia de otras personas como familiares, docentes y otros estudiantes, o por los análisis y conclusiones que surgen por el contacto con el fenómeno, es probable que en un principio, sus conocimientos previos no se encuentran en armonía con lo que puede observar, es en este punto donde se encuentran contradicciones y posibles frustraciones, puesto que lo que se cree no es suficiente para explicar lo que se evidencia, por lo tanto debe recurrir a adoptar otros conceptos que le permitan dar significado satisfactorio a su experiencia, este nuevo conocimiento es provisto por los mismos grupos sociales antes mencionados, la adopción y apropiación de este nuevo conocimiento puede ser un proceso corto o largo, esto difiere en cada individuo. (Fleck, 1987).

En educación en ciencias es común que los estudiantes culminen los estudios de un tema con una comprensión parcial y superficial de él, conservando los conceptos con los que iniciaron sin que hayan sufrido transformaciones adecuadas y concibiendo fenómenos físicos desde

perspectivas que nos son coherentes con una adecuada construcción y relación conceptual, de tal manera que no es extraño escuchar personas que han terminado sus estudios de secundaria básica y media considerando aristotélicamente que los cuerpos con más masa caen en menor tiempo que aquellos que no tienen tanta masa (Mora y Herrera, 2009), se debe aclarar que desde la cotidianidad este tipo de idea es plausible, pues, haciendo uso del ejemplo clásico, no es común ver que una pluma caiga en igual tiempo que un martillo, por lo que es importante que en el proceso de aprendizaje en el aula se resalte que existen factores externos, como la resistencia con el medio, que generan este fenómeno.

Por lo anterior es importante que el ejercicio docente se brinde un espacio para conocer las concepciones previas de los estudiantes en un espacio amable y libre, este ejercicio permite al estudiante adquirir herramientas discursivas, confianza en él mismo y en su grupo de estudio genera expectativa por el nuevo conocimiento, mientras que el docente puede tener un acercamiento al lenguaje de sus estudiantes, sus experiencias y sus conocimientos comunes. Lo anterior marca un punto de partida en el que se refuerzan los conceptos que son aceptados, según los propósitos del profesor, y una accesibilidad amable del conocimiento para todo el grupo. (Arcá & Guidoni, 1989).

Mora y Herrera (2009) consideran que las ideas previas que los estudiantes pueden tener surgen de la necesidad de darle explicación a fenómenos que les rodea, a partir de las ideas que tienen instauradas, de su diario vivir con dicho fenómeno y de acuerdo con las experiencias sociales que tengan, por lo tanto las ideas previas son un conjunto de significaciones determinadas por la experiencia diaria cotejada por el saber teórico que tenga la persona así como por un saber influenciado por la carga histórica.

Con frecuencia las pre-ideas son consideradas como “errores” conceptuales o

concepciones alternativas, sin embargo, en muchas ocasiones tienen estructuras similares a las ideas aristotélicas o pre-galileanas, que para ese entonces eran aceptadas; la diferencia es que en esencia, esas ideas de hace siglos contaban el poder argumentativo y el lenguaje lógico suficiente para la época.

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los estudiantes es que se presentan confrontaciones entre las ideas previas con las que más adelante se van a abordar, esto se debe precisamente a que el arraigo que se tenga hacia las primeras puede impedir que se aborde de manera crítica y reflexiva el nuevo conocimiento. Estas ideas previas pueden estar presentes sin importar la edad, género o cultura, sin que las personas sean conscientes de su existencia, esto lleva a confusiones al enfrentarse a la experiencia, también se reúsan al cambio y tienen cierta semejanza con ideas científicas pasadas (Mora y Herrera, 2009).

Las ideas previas son, regularmente generadas en ambientes poco científicos, son basadas más en la experiencia propia sin tener bases teóricas firmes, existe una relación simple entre causa y efecto, restándole importancia a lo que se transforma, apartando la mirada en lo que se conserva, estas ideas son más cualitativas y carentes de relaciones de proporcionalidad o de orden.

Mientras que el conocimiento científico se desarrolla en ambientes donde existen bases teóricas más firmes y con ellas se defienden las posturas acudiendo a la teoría aceptada por la comunidad (en este caso científica) lo cual se encuentra en concordancia con las ideas de Lakatos (1978). Existe también una carga compleja y sólida para establecer la relación entre causa y efecto, el principio de conservación es uno de los más importantes en ciencias, por lo que es fundamental al momento de hacer análisis de las transformaciones que se dan entre dos

estados, prestando especial atención a este principio, con el propósito de no dejar cabos sueltos y evitar llegar a contradicciones con la experiencia, finalmente, otra de las facultades del desarrollo de conceptos científicos es el uso de operaciones de orden y probabilidad, permitiendo la existencia de relación, así como una noción de sus cantidades (Mora y Herrera, 2009)

Según Vygotsky, citado por Mora y Herrera (2009), unas ideas se forman en la experiencia personal y otras en espacios colectivos, como la escuela, por lo que los motivos para la gestación de cada una de estas ideas son diferentes. En la escuela el estudiante recibe una serie de conceptos e información adicional que no siempre es posible de experimentarse de inmediato, entendiendo “inmediato” como un periodo corto de tiempo desde la llegada de la información hasta su experimentación sin que interfiera más que le pueda distraer del propósito por lo que puede generar conflictos y estos a su vez ideas “erradas” de un fenómeno particular o general.

Los estudiantes tienen una interpretación de mundo desde las ideas que previamente ha construido y difícilmente las van a abandonar, de tal manera que al llegar nuevas definiciones ellas no tendrán significado hasta que las interioricen, hasta entonces se hará uso de ellas para situaciones a las que probablemente no le corresponden, entre tanto su constante utilización en diferentes contextos ante otros sujetos les harán construir nuevas redes de conocimiento más adecuadas con lo que observan (Iglesias, 2004), a modo de ejemplo, los niños pequeños se refieren a cualquier perro como “el guau”, y a medida que pasa el tiempo y las experiencias se acumulan, así como nuevos significados que se van interiorizando, se van logrando distinciones entre las razas. Es decir se van construyendo esquemas más complejos. Por lo tanto, cuando se adquiere nuevo conocimiento, los anteriores están subordinados a él, puede que el estudiante lo mencione y opere con él, pero aún no lo tiene interiorizado, cuando comprenda su particularidad

dentro de otro sistema y sepa distinguir la situación para hacer uso adecuado de él, se puede decir que ha dejado atrás una pre-idea y ha creado una estructura firme de conocimiento.

El paso de la pre-idea a un concepto más aceptado requiere de procesos que pueden ser de reemplazo o de construcción, se plantea que el nuevo conocimiento puede ser el resultado de reemplazos de significado en el estudiante de manera progresiva y compleja, también puede ser lento, puesto que se debe cambiar toda una estructura de pensamiento; por otro lado, se consideran también, que este proceso es rápido por efecto de la influencia del entorno cultural, en el caso educativo, se da por el cumplimiento de metas en un lapso corto de tiempo, además la influencia de los otros compañeros; cabe destacar que las capacidades cognitivas de cada estudiante difieren unos de otros, por lo que este factor influye de manera significativa en el tiempo que lleva el proceso de adquisición de nuevos significados (Mora y Herrera, 2009).

## **4. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Enfoque y tipo de estudio**

El interés de ésta investigación es hacer un análisis de los procesos que llevaron a cabo los estudiantes de 6° grado en cuanto a la construcción social del concepto de fuerza a través de la A. E., por lo que es importante la descripción y análisis del contexto social de los estudiantes, dentro y fuera del aula de clase, así como las dinámicas durante la A. E. y posterior a ella.

Para esta investigación se ha considerado que el conocimiento es interpretado desde diferentes perspectivas marcadas por la experiencia particular de cada sujeto y desde la

interacción y los posibles consensos, los que pueden acercarlos al lenguaje y al conocimiento científico, por lo tanto, la construcción de conocimiento es un acto social.

En esta investigación se hace un esfuerzo para describir las percepciones de los sujetos involucrados en la actividad experimental, la interacción discursiva entre ellos y las ideas que pueden surgir de dicha interacción. El rol del docente-investigador cobra vital importancia en cuanto a que, no sólo es el que diseña las actividades que se van a presentar para poder recolectar la información, sino que es él quién trata de comprender los significados que los estudiantes construyen, cómo toman sentido y las experiencias que tienen en la A. E., Se considera que el significado está en el estudiante y pasa por las perspectivas del investigador.

Por lo anterior se considera que ésta investigación tiene un enfoque cualitativo, donde cobran gran importancia los procesos de interpretación y construcción de explicaciones y nuevo conocimiento por parte del investigador.

La investigación se realizó mediante un estudio de caso, el cual posibilita analizar las interacciones gestadas en un grupo particular de personas y así tratar de entender las cuestiones que tienen que ver con un trabajo grupal en un contexto determinado, el propósito de la investigación de estudio de caso no es pretender llegar a una generalización sino comprender el propio caso a profundidad (Stake, 1999), del cuales se pueda arrojar información de concepciones teóricas o evidenciar fortalecimiento de procesos.

La manera en que se registra la información para el posterior análisis es mediante el diario de campo del investigador, observaciones realizadas durante la práctica pedagógica I, entrevistas a los estudiantes de la Institución Educativa el Pedregal, diálogos, videos y archivos de audio, con

el propósito de tener la mayor cantidad de información acerca de las dinámicas presentes en los estudiantes en los momentos de construcción de conocimiento.

Puesto que el interés de esta investigación fue el análisis de las interacciones de los estudiantes en distintas actividades durante la construcción de conocimiento a partir de la orientación de actividades experimentales, se consideró de acuerdo con Stake (1999), que este es un estudio de caso instrumental, dado que el caso juega un papel secundario, puesto que se convierte en un instrumento para analizar las interacciones de los estudiantes durante la participación de las experiencias propuestas.

#### **4.2 Caso y contexto**

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa el Pedregal, ubicada al noroccidente de la ciudad de Medellín, de la cual participan 8 estudiantes de sexto grado, dos niñas y cuatro hombres.

Antes de plantear la propuesta del caso se observan las dinámicas escolares de los estudiantes de grado décimo y undécimo a fin de tener un acercamiento a sus conocimientos y dificultades en el área de física, es allí donde surge la problemática, pregunta y los objetivos, lo anterior invita a realizar una intervención en estudiantes de grado 6°, pues se considera que, el conocimiento al no ser lineal se puede abordar en diferentes momentos de la vida escolar dependiendo de la intencionalidad del educador, además la herramienta utilizada es la A.E. pues la construcción del pensamiento científico no debe estar desconectado del hacer activamente.

En la fase de intervención se observa detenidamente a los integrantes del grupo sexto-uno, analizando, en lo posible, su comportamiento en clase, la cantidad de sus intervenciones y deseo de participar de las actividades, además se realiza en todo el grupo una encuesta de preguntas abiertas para considerar sus concepciones previas, de esta prueba se considera una muestra de 12 estudiantes de los 24 que conforman el grupo en total, seguidamente se le pide a algunos docentes de la institución educativa su valoración con respecto al compromiso de estos estudiantes en las actividades de distintas materias, con esto se escogen a 8 con quienes se hacen las otras actividades experimentales, de estos son seis los estudiantes que participan constantemente y muestran buena capacidad de concentración, además que sus aportes son pertinentes con la temática que se trabaja. En un principio se consideró aplicar la propuesta pedagógica con todos los estudiantes de sexto uno, sin embargo el tiempo que se requería para las transcripciones y análisis de los comentarios resultaba escaso, es por esto que se toma la decisión de tomar a estos 8 estudiantes como el caso.

#### **4.3 Construcción y sistematización de datos**

Se plantea una propuesta pedagógica sustentada en el desarrollo de actividades experimentales, diseñadas con el propósito de posibilitar el acercamiento a la construcción social de conocimiento, privilegiando espacios para la explicación de ideas a través del dialogo.

Para el diseño de las actividades de la propuesta se hizo el análisis de fuentes primarias, como Principios matemáticos de la filosofía natural de Isaac Newton (1687), y de artículos referentes al concepto de fuerza, como: Evolución histórica de la relación fuerza-movimiento de Francisco Palanco (2009) y Evolución histórica del concepto fuerza de J. M. Rivera (2014).

Con base en estos documentos, la propuesta destaca las relaciones existentes entre la cantidad de masa de los cuerpos y la aceleración de los mismos con la aplicación de una fuerza externa y se resalta el enfoque cualitativo en cuanto a la descripción de situaciones y procesos de ordenación.

La propuesta se desarrolló en tres sesiones, las cuales se desarrollaron haciendo uso de diferentes metodologías, de acuerdo a la intencionalidad y al tipo de información que se deseaba registrar. Se privilegió la orientación a los estudiantes, para la utilización de procesos discursivos y de escritura, donde se evitaron aspectos de verificación y procesos recetarios comunes en el ámbito educativo, a fin de incentivar espacios para la reflexión y la discusión que favorezcan la construcción de conocimiento.

La información se sistematizó por medio de las transcripciones de los registros de audio y video, producto de la ejecución de la propuesta pedagógica y de las evidencias escritas aportadas por los estudiantes. Posterior a la lectura de estas transcripciones se realizó una selección de apartados que se consideraron aportantes para la construcción de datos. Con esto presente se elaboró una tabla de convenciones con los aspectos a los que se desean resaltar y que están en armonía con las categorías de análisis.

**Tabla 1**

*Tabla de convenciones para los enunciados*

A. Reiteración en el uso de términos
B. Situaciones donde se resalta las comparaciones

C. Noción de fuerza, masa, aceleración
D. Ejemplificación con situaciones cotidianas
E. Prioridad de los sentidos en la explicación de fenómenos
F. Acuerdos para la ejecución de las actividades y validación de los aportes
G. caracterizaciones de las situaciones
H. Construcción de explicaciones

Los colores elegidos para el cuadro de convenciones, se utilizaron para resaltar los diálogos que estaban relacionados con cada convención (ver Tabla 1)

Seguidamente se agruparon los aportes de los estudiantes de acuerdo con las convenciones antes mencionadas para proceder a su respectivo análisis y así poderles dar significado respecto a la fundamentación teórica, procurando hacer la relación con las categorías surgidas de la formulación de los objetivos de la investigación.

#### **4.4. Sobre las categorías de análisis**

De acuerdo con los objetivos específicos planteados, y la construcción conceptual construida en el marco referencial de la investigación, se decidió formular dos categorías relacionadas con los procesos de significación y conceptualización de fenómenos y la dimensión social y discursiva de la actividad experimental. (Ver tabla 2)

Dado que la propuesta pedagógica se planteó a la luz de las categorías expuestas, en el desarrollo de la mayoría de las actividades durante toda la intervención, se encontraron indicios y correlaciones entre dichas categorías, lo que facilitó el proceso de organización de la información.

**Tabla 2**

*Tabla de categorías, subcategorías e indicios*

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICIOS
Procesos de significación y conceptualización de fenómenos	Los conceptos previos como explicación de fenómenos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de concepciones aristotélicas y/o galileanas de fenómenos</li> <li>• Uso de diferentes significados para el mismo fenómeno</li> <li>• Resistencia a abandonar conceptos previos</li> </ul>
	Apropiación de nuevos esquemas de pensamiento como alternativas válidas en la concepción de mundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Re-significación de conceptos</li> <li>• Uso adecuado de significados en diferentes situaciones de la actividad experimental</li> <li>• Adopción de nuevos términos para explicar fenómenos</li> </ul>

<p>Dimensión Social y Discursiva de la Actividad Experimental</p>	<p>La construcción de explicaciones como herramienta para reflexión y construcción de explicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de ejemplos y aclaraciones que tienen que ver con los procedimientos realizados en la actividad experimental y las conclusiones a las que se llegan al respecto.</li> <li>• Discusiones centradas en la necesidad de aclarar procedimientos para proporcionar credibilidad a los métodos y posturas, para procurar convencer a los demás</li> <li>• Empleo de ejemplos que ayudan a aclarar procedimientos e ideas</li> </ul>
	<p>El discurso como escenario de construcción social de conocimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de variaciones durante la actividad experimental para justificar nuevos hallazgos</li> <li>• Importancia otorgada por los estudiantes a los discursos y explicaciones de sus pares</li> <li>• Resignificación y ejemplificación de los aportes de sus</li> </ul>

		compañeros a fin de aclarar el fenómeno
--	--	---

#### 4.4.1 Procesos de significación y conceptualización de fenómenos

Como parte de las reflexiones que han orientado éste trabajo de investigación, se ha asumido que los estudiantes cuentan con una red de conocimientos previos a las actividades con las que van a estar en contacto, estos conocimientos son susceptibles a cambios o a reafirmaciones para estar en coherencia con lo que se está experimentando.

Dada esta propiedad red de conocimientos, se centró la atención en enunciados que evidenciaran uso reiterado de conceptos inapropiados para situaciones determinadas, aprobación o refutación y adopción de ideas de pares.

##### 4.4.1.1 Los conceptos previos como explicación de fenómenos

En los espacios escolares los conceptos previos que poseen los estudiantes cobran vital importancia en cuanto a que constituyen un acercamiento al fenómeno desde su experiencia cotidiana, no por ello constituye una estructura simple, todo lo contrario, son estructuras complejas (Arcá & Guidoni, 1989), sólo carecen de lenguaje científico, pues no es extraño que se utilicen términos “errados” para referirse a un objeto o suceso particular, en cuanto a “errado” nos referimos por ejemplo que los estudiantes mencionen la palabra peso cuando científicamente se debe hablar de masa.

De acuerdo con Mora y Herrera (2009) las ideas previas tienen gran semejanza con construcciones científicas del pasado, por esta razón se rehúsan romper paradigmas, convirtiéndose en una barrera que el estudiante deben superar.

Para el presente trabajo de investigación, dichas estructuras son de especial atención, pues el tener conocimiento de ellas en los estudiantes es punto fundamental para la intervención (Arcá & Guidoni, 1989), es desde ellas que se parte para explicar las dinámicas dentro de las actividades y las que permiten una comparación al final de la intervención.

Para el análisis y construcción de los datos correspondientes a ésta categoría, se centró la atención en relatos que correspondieran a concepciones y definiciones que estuvieran de la mano con discursos científicos anacrónicos o ya desechados por la comunidad científica, así como la poli-conceptualidad de palabras.

Los indicios de los relatos identificados con ésta categoría, son aquellos que hacen énfasis en:

- Empleo de concepciones aristotélicas y/o galileanas de fenómenos.
- Uso de diferentes significados para el mismo fenómeno.
- Resistencia a abandonar conceptos previos.

#### **4.4.1.2 Apropiación de nuevos esquemas de pensamiento como alternativas válidas en la concepción de mundo**

De acuerdo con Fleck (1987), las proto-ideas, son aquellas concepciones que surgen en el pasado y perduran en el tiempo, es decir, las definiciones que se gestaron hace algún tiempo y que fueron aceptadas en ese momento y permanecen en la comunidad durante muchos años; sin

embargo, estas interpretaciones son recontextualizadas y modificadas por las nuevas generaciones, de esta manera pierden su sentido original adaptándose a los estilos de pensamiento emergentes y locales.

Para apropiarse de nuevos esquemas de pensamiento se debe pasar de una idea que ya estaba establecida a otra que brinde una mejor explicación de un fenómeno, además, debe ser más simple y tenga mayor poder predictivo, con respecto a esto, Mora y Herrera (2009) argumentan que algunas personas aceptan estos cambios con poco esfuerzo, mientras que otras personas deben invertir una cantidad considerable de tiempo a fin de desarrollar de manera gradual esos cambios, por lo que el proceso de adquisición de nuevas teorías puede ser lento. Ambos casos están influenciados por las experiencias pasadas y presentes y por el contacto con la comunidad.

Lograr identificar estos cambios de estilos de pensamiento, según Fleck (1987), o estructuras de pensamiento es de vital importancia en esta investigación, pues como se había indicado en apartados anteriores, el conocimiento no surge de manera instantánea, es fruto de la reflexión, el análisis y de arduos debates con pares para que se validen ciertos hechos.

Para en análisis y construcción de datos correspondientes a esta categoría se prestó especial atención en los relatos que correspondieran al trabajo en equipo, validación de procesos e ideas y uso de nueva terminología.

Los indicios de los relatos identificados con ésta categoría, son aquellos que hacen énfasis en:

- Re-significación de conceptos.
- Uso adecuado de significados en diferentes situaciones de la actividad experimental.
- Adopción de nuevos términos para explicar fenómenos.

#### **4.4.2 Dimensión Social y Discursiva de la Actividad Experimental**

Como ya se había mencionado, la labor del científico no es en solitario, sino que supone un esfuerzo colectivo (Latour & Woolgar, 1995), por lo que se hace necesario que durante la A. E. se propicien espacios que permitan el diálogo entre pares. Lo anterior hace parte de las reflexiones que han orientado este trabajo de investigación.

Dicho carácter colectivo de la A. E. centra la atención en enunciados referentes a acuerdos en el grupo de trabajo, validación de ideas y elaboración grupal de explicaciones.

##### **4.4.2.1 La construcción de explicaciones como herramienta para reflexión y construcción de explicaciones**

La A. E. permite el potencializar la manera como se observa y como se interactúa con el mundo alrededor, esto requiere del grupo que investiga, en este caso los estudiantes, pensar, hacer y expresar de manera crítica su objeto de estudio (Arcá y Guidoni, 1989), por lo que en el proceso de construcción de explicaciones es fundamental que los elementos antes mencionados se amalgamen y se favorezcan espacios para ellos.

El proceso de construcción de explicaciones no es instantáneo o inmediato, tampoco es lineal y no implica saber más, sino que es pensar de manera diferente y “desembarazarse” de las concepciones anteriores para poder adoptar nuevas redes de conocimiento, o en palabras de Feck (1987), “debe romperse la armonía de las ilusiones para poder realizar un cambio en el estilo de pensamiento”.

Para este trabajo de investigación la A. E. propicia espacios que favorecen el ejercicio de reflexión de los estudiantes alrededor de un interés común, es en estos espacios donde se proveen herramientas que posibilitan la construcción de conocimiento del mundo que les rodea.

Las reflexiones orales, escritas y las expresiones corporales que se logran extraer de los estudiantes y que estén relacionadas con explicaciones de forma y procedimentales, cobran importancia y se someten a análisis para la construcción de datos correspondientes a esta categoría.

Los indicios de los relatos identificados con ésta categoría, son aquellos que hacen énfasis en:

- Utilización de ejemplos y aclaraciones que tienen que ver con los procedimientos realizados en la actividad experimental y las conclusiones a las que se llegan al respecto.
- Discusiones centradas en la necesidad de aclarar procedimientos para proporcionar credibilidad a los métodos y posturas, para procurar convencer a los demás
- Empleo de ejemplos que ayudan a aclarar procedimientos e ideas

#### **4.4.2.2 El discurso como escenario de construcción social de conocimiento**

La actividad experimental proporciona espacios para compartir ideas en la que cada integrante observa un objeto de interés y le comunica a sus compañeros sus hallazgos, lo cuales ponen en consideración estos aportes y de ser aceptados podrán ser utilizados por otros miembros de la comunidad (Latour & Woolgar, 1995).

La experimentación es considerada como una actividad social por lo que en el escenario escolar ella facilita en medio de un ambiente de respeto, compartir argumentos surgidos desde la

experiencia, estos se ponen en consideración para ser avalados por sus pares acercando a los estudiantes a la construcción social de conocimiento (Candela y Herrera, 2013).

La argumentación, entendida como el proceso que permite dar a conocer los hallazgos de un grupo de personas con un interés común frente a un fenómeno, es de interés para esta investigación, pues es en ella en la que se evidencia la construcción social de conocimiento, en este caso, de los estudiantes frente al concepto de fuerza.

Por lo anterior se destacan los siguientes indicios que dan cuenta de esta categoría.

- Construcción de variaciones durante la actividad experimental para justificar nuevos hallazgos.
- Importancia otorgada por los estudiantes a los discursos y explicaciones de sus pares.
- Re-significación y ejemplificación de los aportes de sus compañeros a fin de aclarar el fenómeno.

## **5. HALLAZGOS**

El análisis efectuado para cada categoría, se basa en la interpretación de las aportaciones de los estudiantes de acuerdo con lo descrito en el capítulo anterior.

### **5.1 Procesos de significación y conceptualización de fenómenos**

#### **5.1.1 Los conceptos previos como explicación de fenómenos**

Al inicio de la propuesta pedagógica, los estudiantes del grado sexto-uno no mostraron extrañeza, puesto que había compartido con ellos el mismo espacio como asistente y ellos sabían con anterioridad que se realizaría una intervención, así que durante la primera actividad participaron activamente. Se les indica que esta actividad tiene nota de participación más no de conocimientos, pero que la deben hacer con la mayor seriedad posible.

En esta primera actividad participan 24 estudiantes a quienes se les pide que colaboren contestando una serie de preguntas abiertas con las cuales se pretenden explorar la red de conocimientos previos que los estudiantes poseen de situaciones en las que se ve involucrado el concepto de fuerza, lo anterior es lo que sugieren Arcá & Guidoni (1989) para el inicio de una intervención; esta actividad consta de dos secciones, la primera tiene 8 preguntas en las que no se menciona la palabra “fuerza”, esto se hizo con el propósito de no condicionar las respuestas, mientras que la segunda sección está constituida por 6 preguntas en las que si se menciona la palabra “fuerza”.

Durante esta actividad se dialogó con varios estudiantes que expresaban dudas frente a algunos planteamientos, la mayoría de las veces estas dudas estaban intencionadas para saber lo que debían contestar o lo que el investigador deseaba que contestaran, ante esta situación se tomó distancia y se les aclaró que lo importante es que expresen con la mayor libertad posible lo que consideran de acuerdo a sus experiencias previas. Se culmina este ejercicio con un diálogo abierto dirigido por el docente investigador en torno a algunas preguntas que llamaron la atención por las dudas expresadas por los estudiantes y por los aportes identificados en el momento de la aplicación.

A continuación se hace un análisis de los aportes de los estudiantes en esta actividad.

### Actividad 1.1. No se menciona la palabra “fuerza” en las preguntas.

Pregunta 1. Describe que sientes cuando golpeas algún objeto, como patear un balón de fútbol, hacer rebotar una pelota de basket o detener algo que te arrojan.

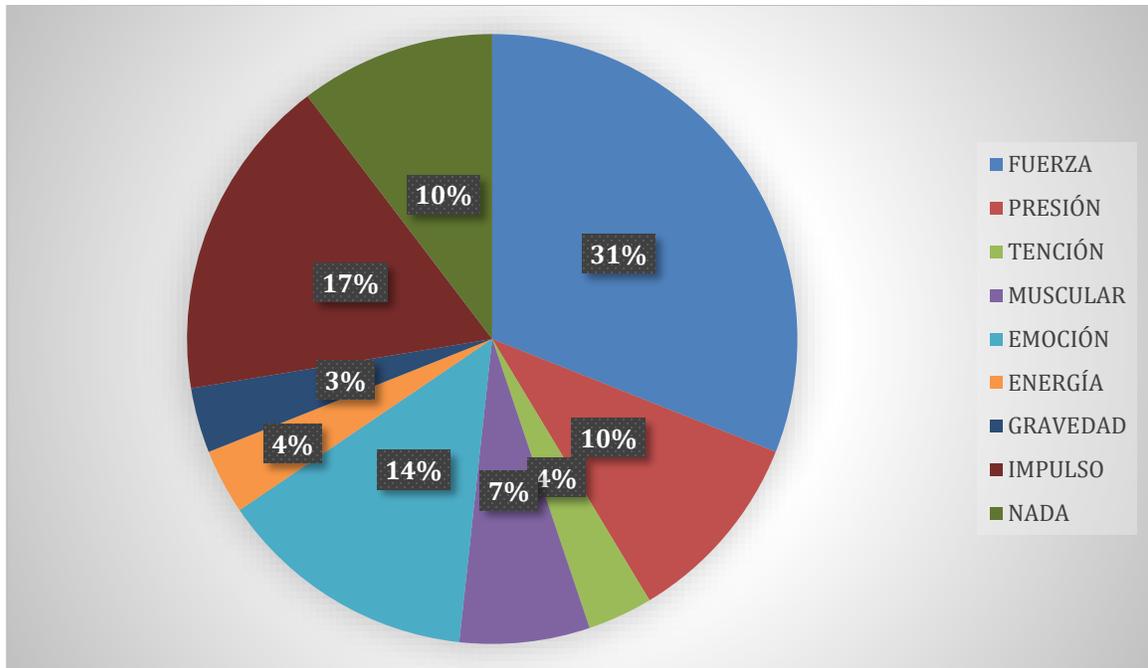
Con esta pregunta se pretende analizar qué relación pueden establecer los estudiantes, desde su experiencia, entre palabras cotidianas como fuerza o presión y sus percepciones sensoriales. Varios estudiantes recurren a la sensación de golpe en relación con las palabras fuerza, presión e impulso, estos tres términos son diferentes desde la teoría física aceptada y están en relación con la situación planteada, la mayoría de los estudiantes establecen buenas relaciones entre sus experiencias y términos cotidianos.

Llama la atención algunos aportes como la “emoción”, mencionada en cuatro ocasiones, esto hace pensar que hubo una interpretación de la pregunta encaminada a las interacciones sociales en las que está involucrada la recreación.

A continuación se relacionan los aportes de los estudiantes relacionados en la siguiente gráfica

Fuerza: 9	Presión: 3	Muscular: 2	Tensión: 1
Emoción: 4	Energía: 1	Gravedad: 1	Impulso: 5

Figura 1. Conceptos identificados en la pregunta 1, actividad 1.1



Pregunta 2. Enumera las causas que están involucradas cuando caminamos, corremos o saltamos.

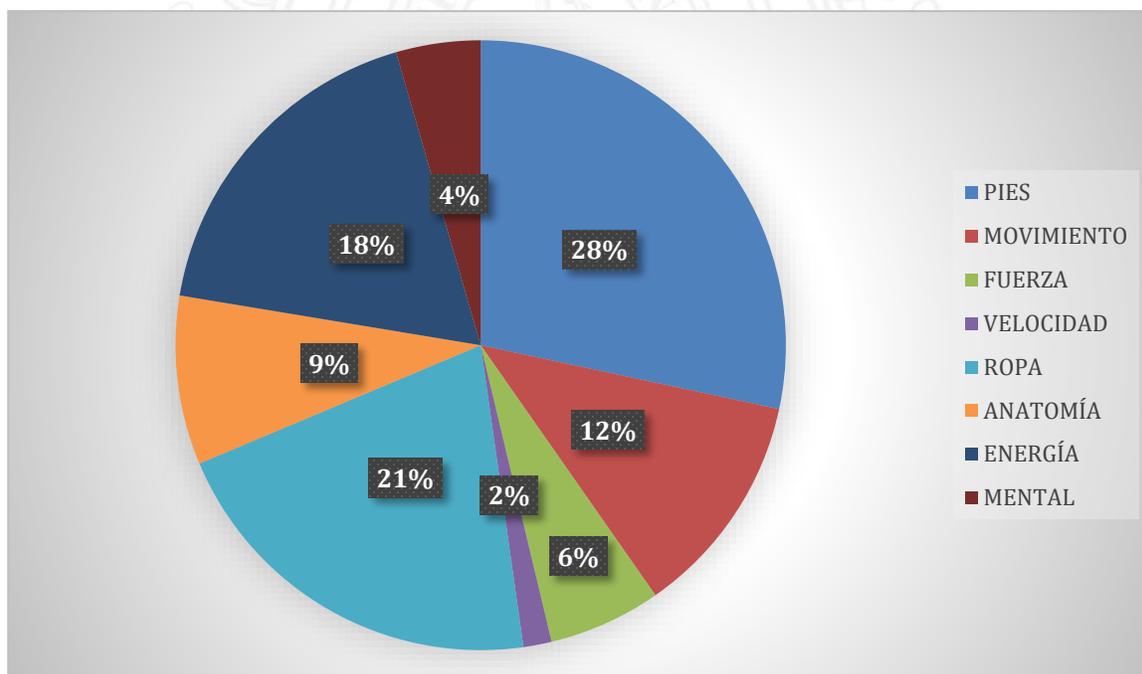
Respuestas por parte de los estudiantes mencionando la fricción o la fuerza están consideradas como aciertos, sin embargo se encuentra que sólo el 6% coincide con lo presupuestado, la gran mayoría de aportes giró en torno a la anatomía, destacando los pies como fundamental en las actividades motrices del ser humano, por lo que se evidencia una invisibilización de la interacción del cuerpo con la superficie en contacto, es de especial atención el carácter social de muchas repuestas, pues en 14 ocasiones se menciona la ropa haciendo especial énfasis en los zapatos, también se debe destacar la palabra “energía” mencionada 12

veces, esto indica que consideran la condición física para hacer las actividades planteadas en la pregunta.

Los aportes identificados son:

Ropa: 14	Pies: 19	Movimiento: 8	Anatomía: 6
Energía: 12	Fuerza: 4	Velocidad: 1	Mental: 3

Figura 2. Conceptos identificados en la pregunta 2, actividad 1.1



Pregunta 3. En deportes como el futbol, los zapatos (guayos) tienen tachas, pero en tenis no los tienen. ¿Por qué crees que esto sea así?

Esta pregunta tiene la intención de indagar acerca del concepto de fricción presente en los estudiantes puesto que el terreno donde se juega futbol requiere de este tipo de calzado para evitar derrapes, mientras que en tenis no solo es perjudicial con la salud sino que también es

innecesario el uso de taches en el calzado, en cuanto a esto el 24% de las respuestas está la palabra “fricción” presente, mientras que el 38 % se refirieron a las condiciones del terreno, hay una buena interpretación de la situación pues los dos términos antes mencionados se presentan juntos en varias respuestas.

Los aportes identificados son:

Comodidad: 3

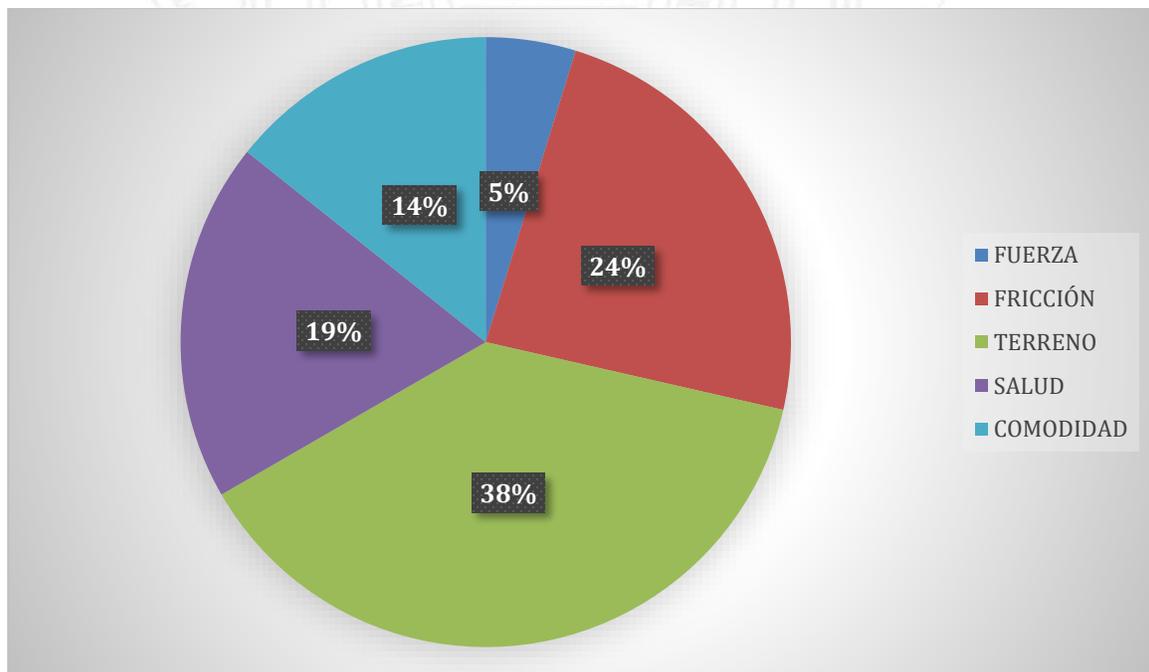
Salud: 4

Fricción: 5

Fuerza: 1

Cancha (terreno): 8

Figura 3. Conceptos identificados en la pregunta 3, actividad 1.1



Pregunta 4. Describe que es lo que hace que un libro permanezca sobre la mesa sin moverse

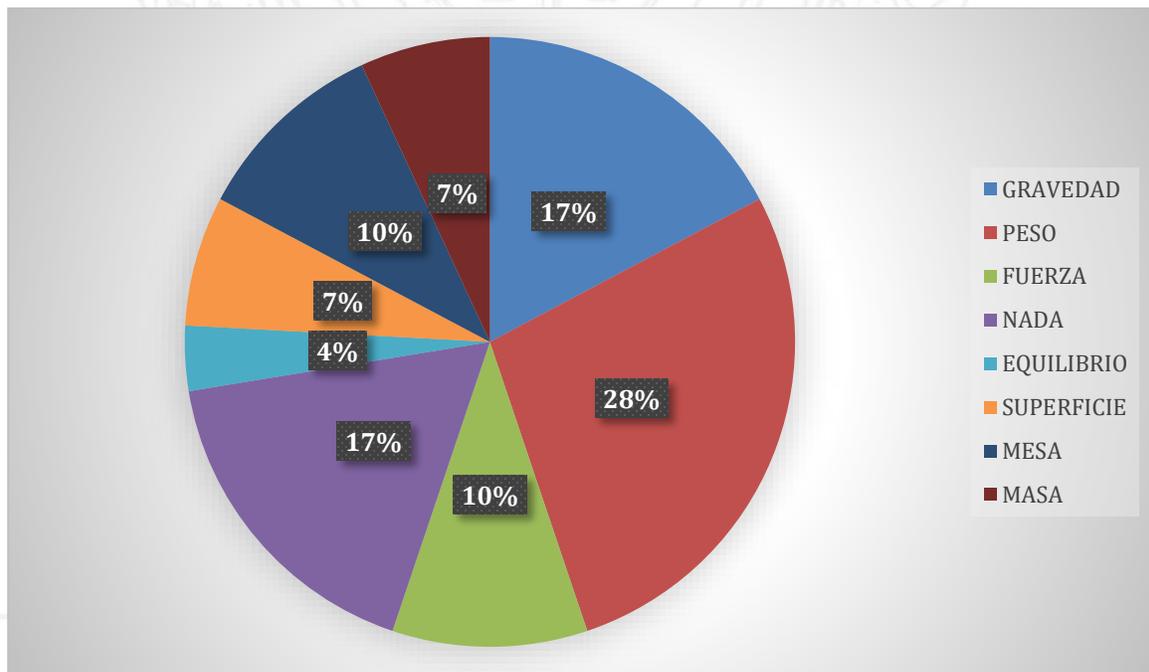
La intencionalidad de esta pregunta es explorar el carácter vectorial que tienen del concepto de fuerza, así como el de equilibrio traslacional, en un principio se espera que los estudiantes indiquen que no existen fuerzas involucradas o, por otro lado, que identifiquen el peso del objeto

y su opuesta desde la mesa, pues cuando ellos sostienen un libro o cualquier otra cosa con la mano deben hacer fuerza en contra del peso, por lo que pueden hacer una comparación entre estas dos situaciones. Se evidencia que el 28% de las respuestas menciona el carácter de peso del objeto, es importante destacar que en el 17% se menciona a la gravedad como factor influyente en esta situación y en el mismo porcentaje consideran que nada interfiere en la falta de movimiento del libro sobre la mesa.

La gráfica y aportes respecto a esta pregunta son:

Gravedad: 5	Nada: 5	Peso: 8	Superficie: 2
Fuerza: 3	Mesa: 3	Equilibrio: 1	Masa (inercial): 2

Figura 4. Conceptos identificados en la pregunta 4, actividad 1.1



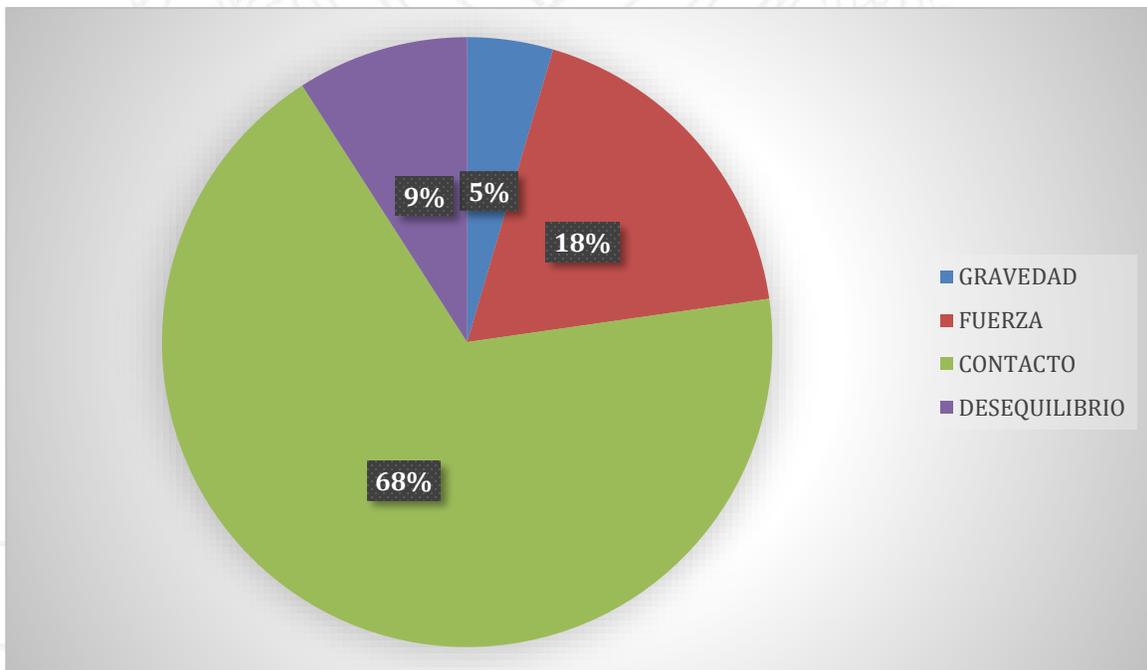
5. Que se necesita para mover el libro, ¿por qué?

Esta pregunta busca claramente que respondan la acción de una fuerza externa, provocando así un desequilibrio evidenciando un cambio de estado, también es posible que los estudiantes recurran a fenómenos metafísicos. El 68% de las respuestas coincidieron con la existencia de un contacto, esto va de la mano con lo que se esperaba, la intervención de una fuerza que desequilibrar el sistema, por otro lado es de resaltar que mencionan a la fuerza presente con un 18 %, sin embargo se refieren a ella sin mencionar su naturaleza, como si fuera a distancia. Se destaca que muy pocas respuestas están acompañadas de explicaciones, no hay descripciones ni argumentos que acompañen sus posiciones frente a la situación planteada.

La información extraída y su gráfica son:

F de gravedad: 1      Contacto: 15      Fuerza: 4      Desequilibrio: 2

Figura 5: Conceptos identificados en la pregunta 5, actividad 1.1



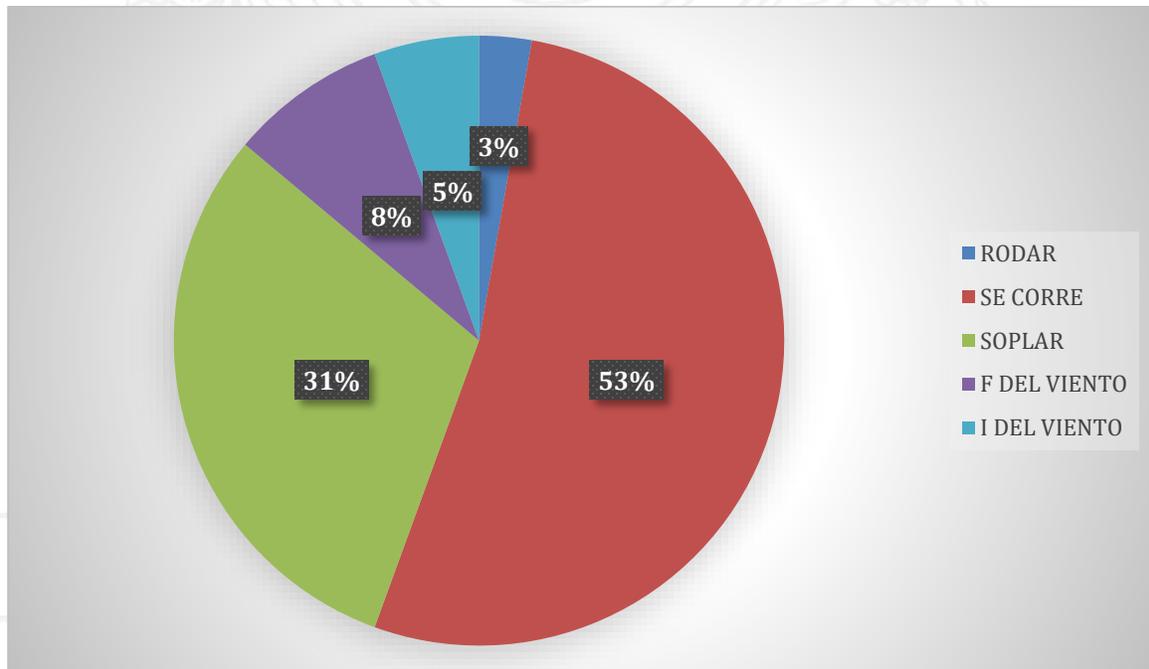
Pregunta 6. ¿Qué pasa si soplamos una hoja de papel en forma de bola?, ¿por qué?

Se pretende que describan el fenómeno y así relacionen el cambio de estado de reposo de la bola de papel con la fuerza que hace el viento sobre ella. Esta pregunta está relacionada con la primera, pues pueden comparar el efecto de un balón o cualquier otro objeto contra el cuerpo humano y la sensación que produce este fenómeno. La mayoría de los estudiantes contestan lo que se esperaba, 53% contestan que se corre y 31% por efecto del viento, pero con pocas descripciones del fenómeno, también hacen uso de términos comunes como la fuerza del viento y a su impulso, pero sin definirlo de manera clara.

Las evidencias extraídas son:

Rodar: 1                  Soplar (efecto): 11                  Corre: 19                  Ventilador: 1  
Fuerza del viento: 3                  Impulso del viento: 2

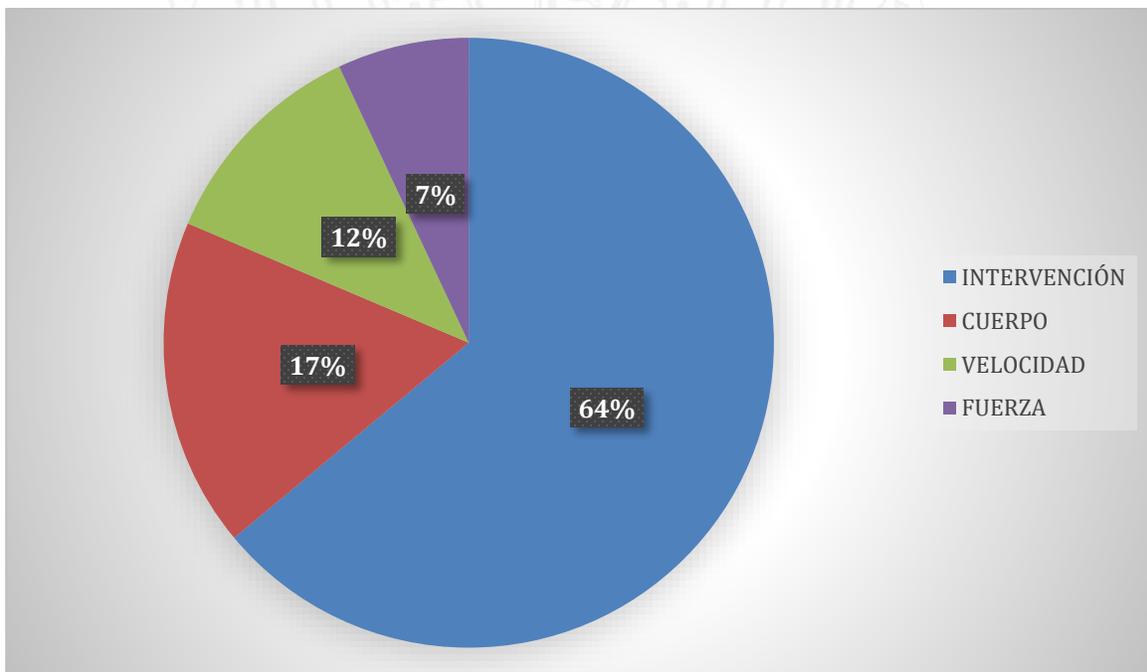
Figura 6: Conceptos identificados en la pregunta 6, actividad 1.1



**Pregunta 7. ¿Qué debemos hacer para cambiar de dirección un objeto que ya está en movimiento?**

Se explora las concepciones que tienen los estudiantes respecto a la naturaleza de la fuerza, se espera contestaciones que giren en torno al cambio del movimiento en el mismo sentido de la fuerza aplicada. El 64% de los estudiantes se refirieron a la intervención de otro cuerpo sin justificar sus efectos, sólo una persona mencionó a la fuerza como causante del cambio en el cuerpo, son de rescatar dos intervenciones que comentan que la velocidad cambia, esto hace pensar en la relación de la velocidad con la fuerza aplicada.

Figura 7: Conceptos identificados en la pregunta 7, actividad 1.1



**Pregunta 8. Describe las diferencias que sientes cuando te golpea una bola de papel y un balón**

La intencionalidad de esta pregunta es explorar la relación que tienen entre la masa de los objetos y la fuerza, es de esperar que por sus experiencias contesten que el objeto más masivo produce sensaciones en su cuerpo con mayor intensidad que el menos masivo. Se encuentra poca descripción de sus respuestas y la participación ha disminuido. Gran parte de los aportes apuntan a que el balón tiene más fuerza cuando impacta contra el cuerpo constituyendo un 47% de las respuestas, se refieren a la sensación de dolor como evidencia de esto, se destacan aportes con respecto al impulso, el cual es correcto, pero no hay argumentación por carencia de herramientas conceptuales, sin embargo se debe aclarar que este está relacionado con la cantidad de masa de los cuerpos.

Las evidencias se consignadas son:

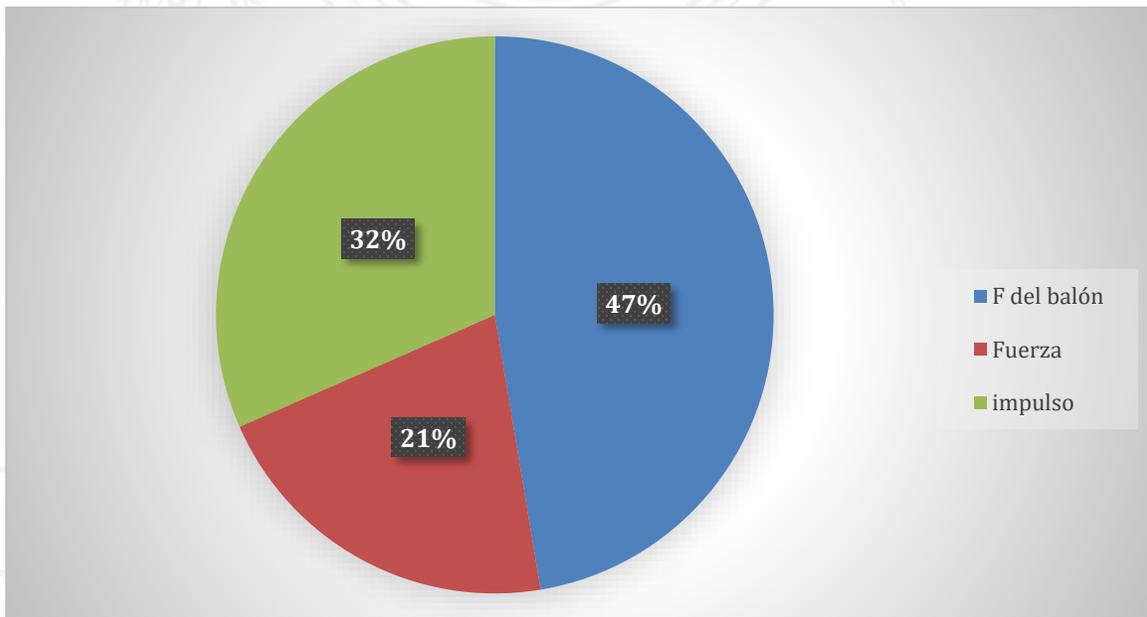
Fuerza del Balón: 9

Cambio de peso: 5

Fuerza:4

Impulso: 6

Figura 8: Conceptos identificados en la pregunta 8, actividad 1.1



A continuación se muestran los aportes de los estudiantes y sus respectivos análisis correspondientes a la actividad 1.2. en la cual se menciona la palabra “fuerza” en las preguntas

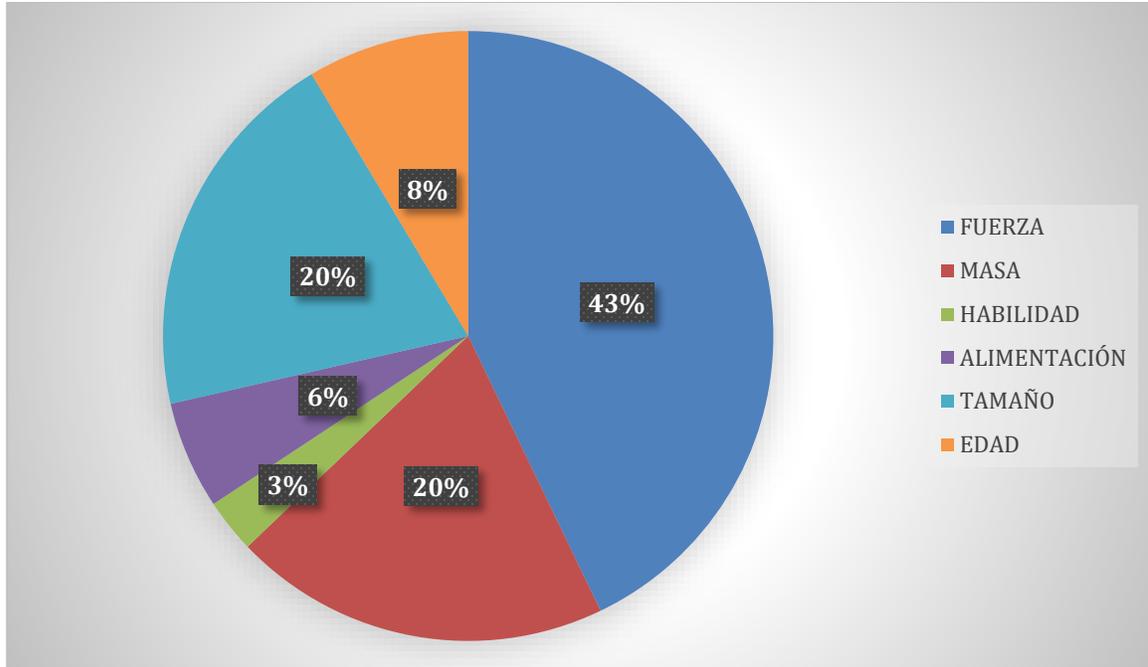
1. ¿Quién crees que tiene más fuerza, un niño o un adulto?, ¿por qué?

Con esta pregunta se pretende explorar la relación que han establecido entre la masa de los objetos y la fuerza aplicada, se espera que contesten que el adulto por tener más masa. Todos los estudiantes coinciden en que el adulto tiene más fuerza mencionando diferentes factores como la habilidad, otorgada por la experiencia, la alimentación y el tamaño; en relación con la masa, sólo dos estudiantes contestaron que es por efecto de la masa, lo cual indica que sí tienen conocimiento de la situación, pero no tienen bien definidos los conceptos y sus relaciones.

Los aportes y su gráfica son:

Masa: 2	Fuerza: 15	Tamaño: 7	Alimentación: 2
Edad: 3	Habilidad: 1		

Figura 9: Conceptos identificados en la pregunta 1, actividad 1.2



Pregunta 2. Dibuja con flechas las fuerzas que hacen que un libro permanezca quieto sobre la mesa.

El carácter vectorial de la fuerza es un componente importante para su estudio en grados superiores y uno que regularmente presenta dificultades para los estudiantes, es por ello que se pide que dibujen flechas, se espera que a partir de la comparación con sus experiencias, por ejemplo cuando sostienen un libro con la mano, esta debe hacer fuerza hacia arriba para evitar que el libro caiga, es decir, hacer una fuerza en sentido contrario al peso del objeto. Se evidencia que en el 54% de las respuestas las flechas están en desorden, lo cual implica que el carácter vectorial de la fuerza no está bien definida en ellos, es de destacar que muchas flechas las dibujaron señalando las patas de la mesa, es correcto que ellas actúan en el sistema, pero el análisis se debía hacer sobre el libro, las respuestas que cumplen con este criterio son sólo el 8% y 13% indicando vectores hacia arriba y hacia abajo respectivamente.

Los aportes del anterior análisis son:

Flechas en la parte de arriba de las patas: 1

Flechas en la parte de debajo de las patas: 5

Flechas en desorden: 13

Hacia abajo: 3

Hacia arriba: 2

Figura 10: Representación de las fuerzas aplicadas en un objeto, actividad 1.2

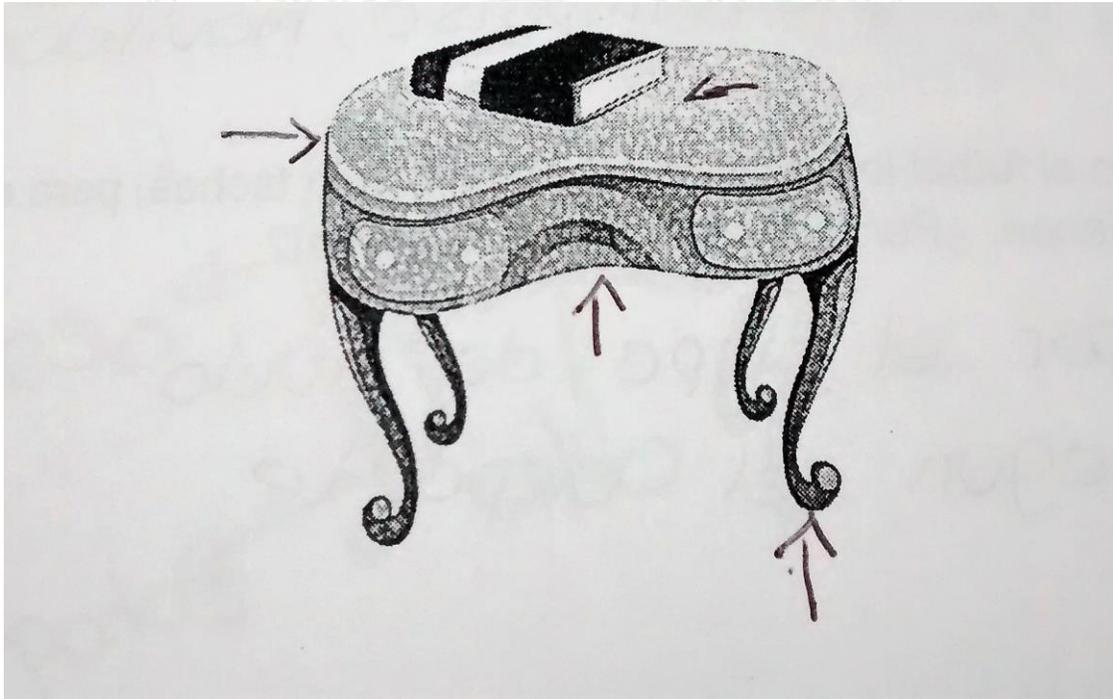
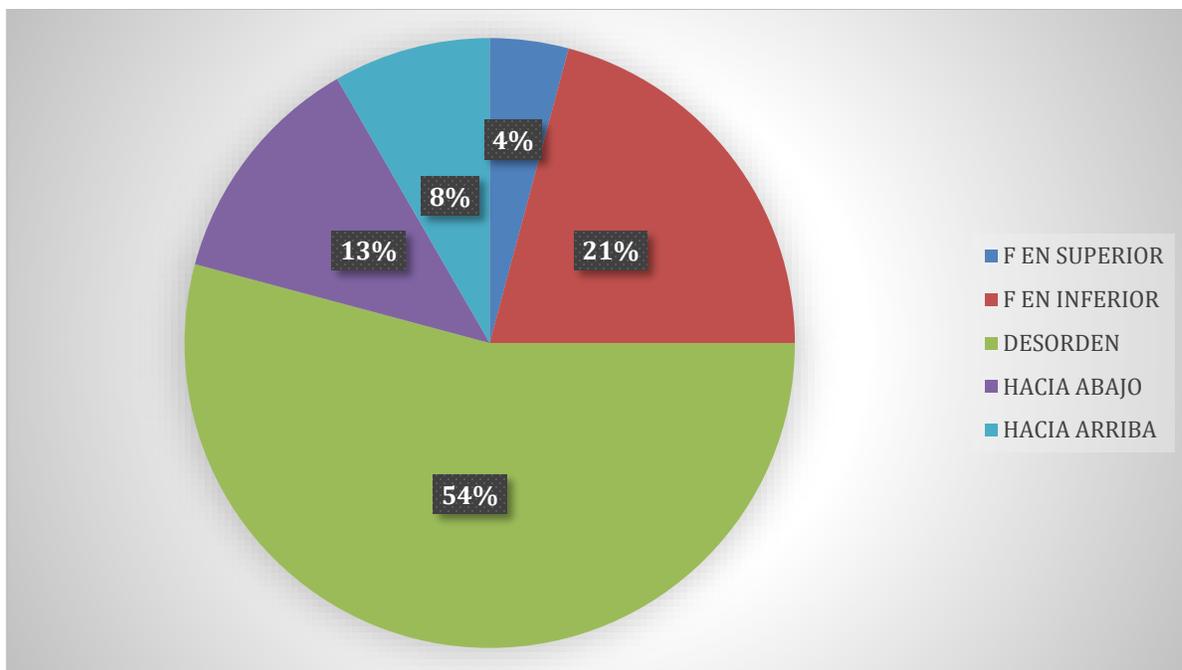


Figura 11: Conceptos identificados en la pregunta 2, actividad 1.2

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Pregunta 3. Cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados por que se corre el riesgo de ser atropellado, ¿qué tipo de vehículo podría hacer más daño?, ¿por qué?

Es importante el contexto y su relación, en este caso, con la fuerza, también se destaca la importancia del momento lineal en situaciones cotidianas. La intención de esta pregunta es explorar la relación que tienen los estudiantes de masa y fuerza en contextos cotidianos, se espera respuestas que giren en torno al termino de masa y también se consideran las que están relacionadas con el impulso, pues es un término al que ellos ya han recurrido.

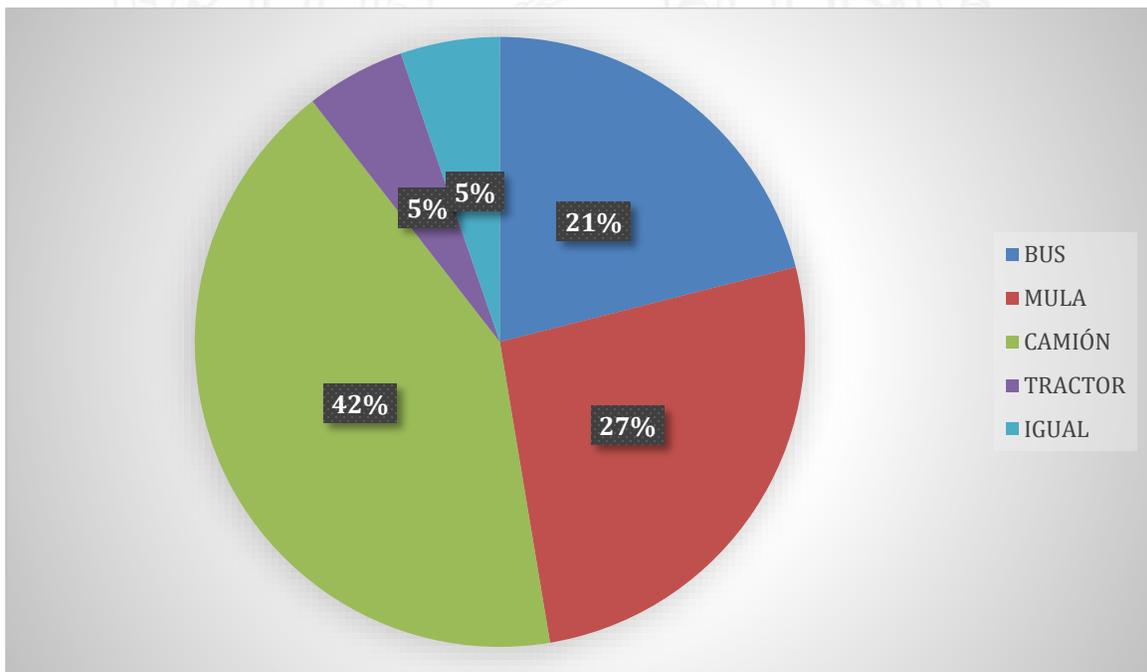
Se encuentra que tienen claro que es por la masa de los vehículos, aunque se refieren a ella en términos de tamaño y peso, algunos comentan que es por la velocidad, esto hace pensar en el concepto de impulso, pues a mayor velocidad mayor será el efecto sobre un segundo objeto, comentan que buses, camiones y tractomulas son las que más pueden hacer daño por su tamaño, refiriéndose así a la masa, constituyendo la mayoría de las respuestas, es de destacar que un comentario se refiere a la inteligencia del conductor, haciendo referencia al carácter social de la

situación, como lo menciona Gabriela Tomás (2009), la enseñanza de la física debe tener un propósito más que académico, también debe formar para la civilidad.

Los aportes con respecto a esta pregunta son:

Bus: 4	Tracto-mula: 5	Peso: 13	Camión: 8
Velocidad: 5	Grande: 12	Tractor: 1	Igual: 1
Fuerza: 1	Inteligencia: 1		

Figura 12: Conceptos identificados en la pregunta 3, actividad 1.2



Pregunta 4. En las siguientes situaciones al empujar una caja, ¿Quién crees que debe hacer más fuerza?, ¿quién menos fuerza? Y ¿por qué?

Se pretende que los estudiantes relacionen la fuerza de fricción entre un cuerpo y la superficie en contacto y la fuerza aplicada para moverlo, durante la primera parte de la práctica, se evidenció que los estudiantes tienen la idea general de que la fuerza aplicada debe ser mayor al

peso del objeto, despreciando los otros factores como las condiciones de contacto entre las superficies. Todas las respuestas indican que se hace más fuerza en el caso del plano inclinado hacia arriba, algunos mencionan que es por el peso de la caja, desde su experiencia hacen referencia a la componente vectorial del peso paralelo al plano y en oposición al movimiento, otros mencionan que es por el sentido en que se empuja la caja. El 35 % de las respuestas indican que es más difícil empujar una caja cuesta arriba sin dar argumentos acerca de la posición en la ésta se encuentra, el 22% indican que es por el peso de la caja, sin embargo, es la mismo objeto en tres situaciones diferentes, con el mismo porcentaje se encuentran aportes que indican que es por su sentido, es decir, de subida, esto hace pensar que hay una componente de peso que se opone a la fuerza aplicada paralela a la superficie. Con anterioridad se había mencionado que los estudiantes al enfrentarse a una nueva situación cuentan con una red de conocimientos adquirida por sus experiencias previas que les permitirá categorizar y dar una explicación a lo observado (Arcá y Guidoni, 1989).

Figura 13: Figuras de hombre empujando una caja, actividad 1.2



Los aportes encontrados son:

Inclinada: todos

Plano: 1

Peso: 5

Fuerza: 8

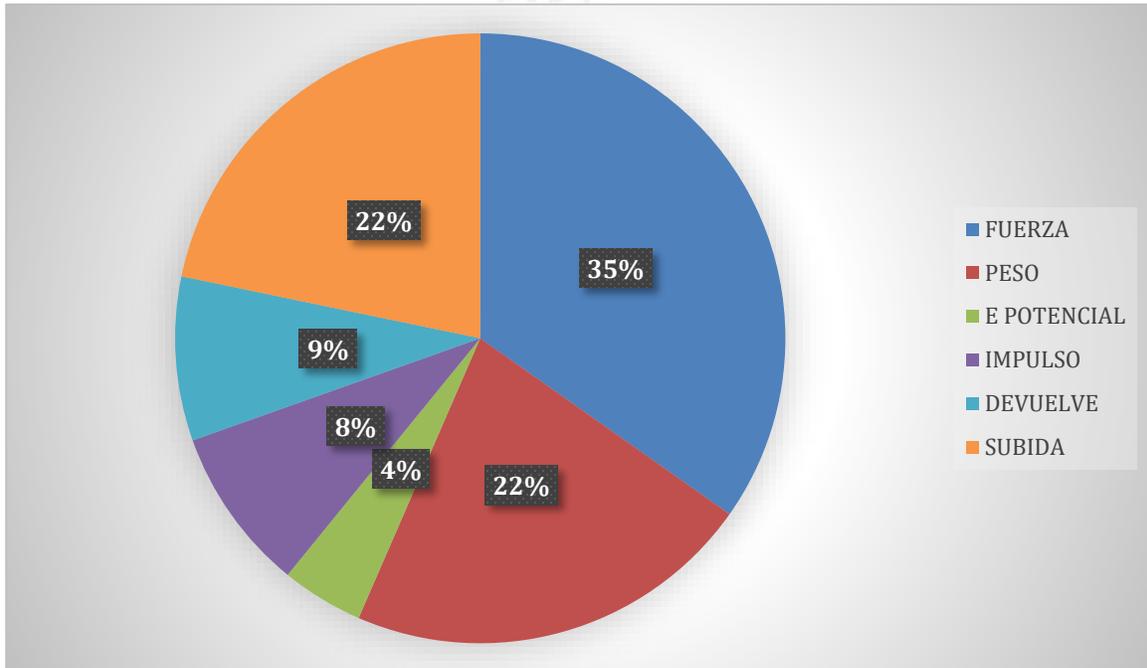
Energía potencial: 1

Subida: 5

Impulso: 2

Devuelve: 2

Figura 14: Conceptos identificados en la pregunta 4, actividad 1.2

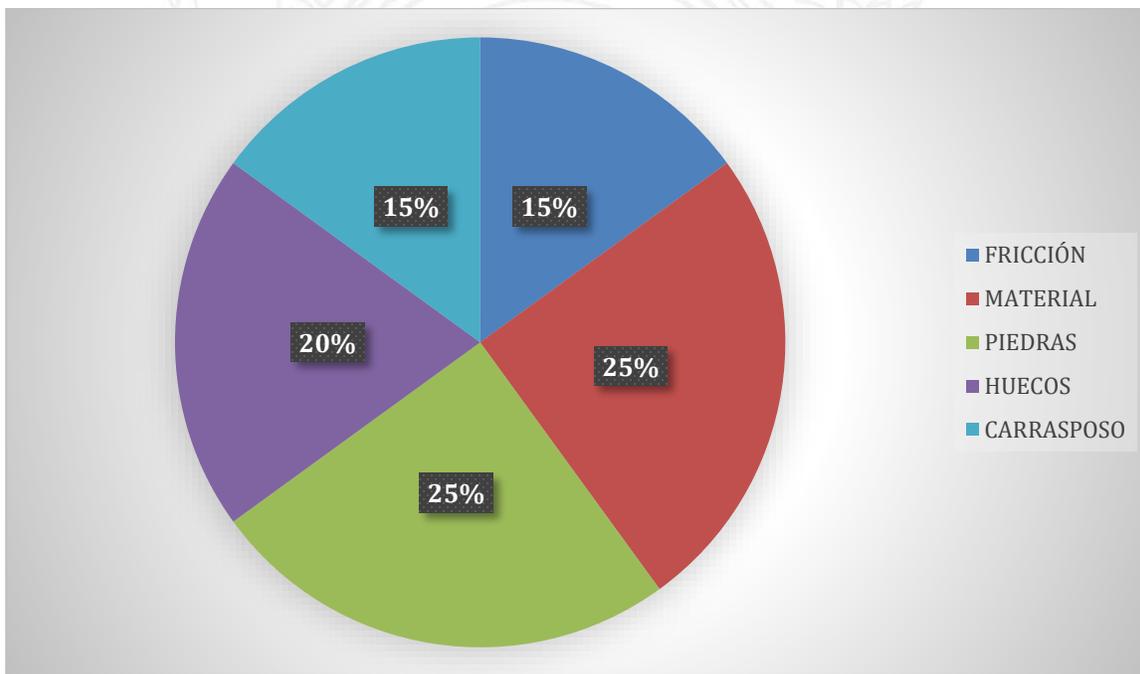


Pregunta 5. Así como en la situación anterior, se empuja horizontalmente una caja por tres terrenos diferentes, sobre pasto, sobre baldosas y sobre pavimento (en la calle), ¿en cuál superficie crees que debe hacer más fuerza?, ¿por qué?

Se espera que los estudiantes describan los terrenos, indicando que en superficies más irregulares se debe hacer más fuerza pues está presente la fricción la cual es un factor influyente en este tipo de situaciones, dado que la masa del objeto es igual en todos los casos se debe considerar otro factor que obligue a hacer más fuerza, esto sería la “fricción”, ella hace que los objetos cambien su velocidad y por lo tanto se puede hacer una relación entre la aceleración y la fuerza. La mayoría de las repuestas mencionan el asfalto, considerando la geometría del mismo, este frena a la caja por ser irregular, es recurrente que mencionen las piedras y huecos. Los aportes están encaminados en describir las características de la superficie, en cuanto a la razón física de esto se encuentra que es por causa de la fricción producida por piedras y huecos

presentes en el asfalto. Se evidencia que los estudiantes traen consigo observaciones sobre su entorno que utilizan para construir las explicaciones en torno a situaciones planteadas en el aula de clase.

Figura 15: Conceptos identificados en la pregunta 5, actividad 1.2



Pregunta 6. ¿Qué pasa con la rapidez de un objeto cuando se le hace una fuerza igual en todo momento?

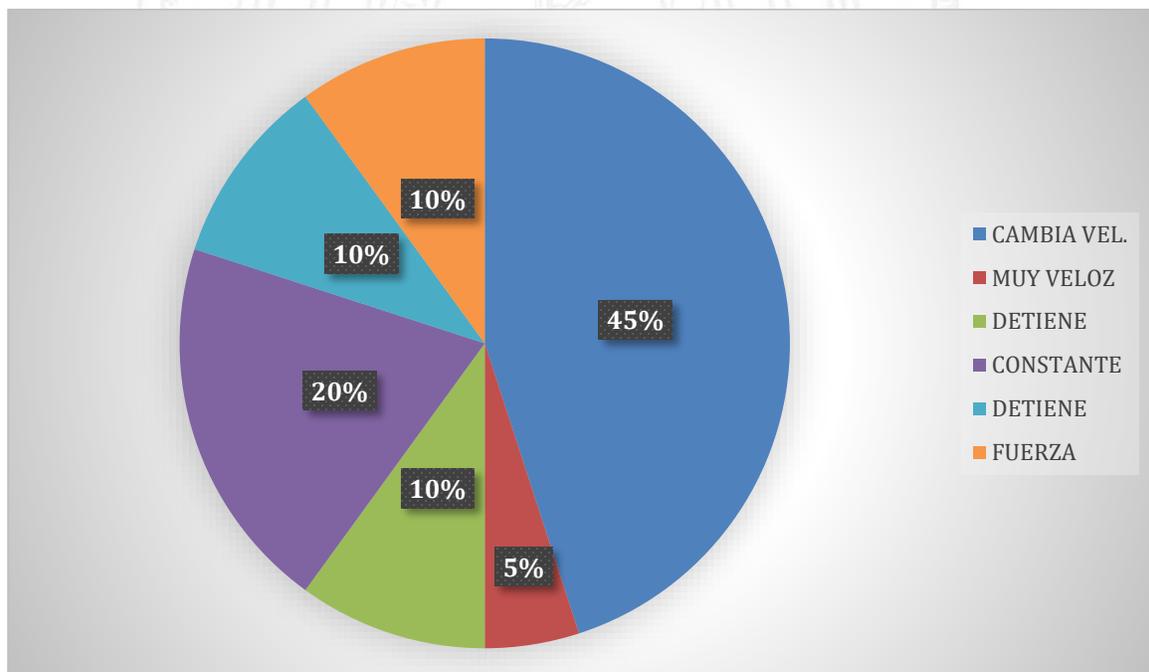
Esta pregunta esta intencionada para explorar la relación que los estudiantes establecen entre la fuerza que se le aplica a un cuerpo y su cambio de velocidad o aceleración, se espera que comenten que la rapidez aumente, aunque también se considera que puede haber aportes en contravía, es decir, que no se experimenta cambio alguno en la rapidez. El 45% de los estudiantes consideran que la velocidad cambia, esto da cuenta de que la relación entre la fuerza con la aceleración la tienen establecida, otros consideran que no pasa nada y que su rapidez permanece constante, esta respuesta constituye el 30% de las respuestas. Aunque varios

estudiantes consideran que la velocidad no cambia en esta situación, se resalta que un porcentaje más alto tienen a la fuerza aplicada y al cambio de velocidad como directamente proporcionales.

Se presenta a continuación se presentan los aportes.

Cambia la velocidad: 9	Muy veloz: 1	Detiene: 2	Fuerza: 2
Golpe (sensación): 1	Constante: 4	Quieto: 2	

Figura 16: Conceptos identificados en la pregunta 6, actividad 1.2



De acuerdo con las respuestas que los estudiantes han aportado en estas dos actividades iniciales, se encuentra que las experiencias cotidianas cobran gran importancia a la hora de dar explicaciones a algunas situaciones, como ya se había comentado en capítulos anteriores estas experiencias dotan a los estudiantes de una red de conocimientos que permiten tener un acercamiento al mundo que les rodea. Los estudiantes también cuentan con un léxico científico, puesto que mencionan varias veces palabras como, fuerza, peso, fricción, masa entre otras, sin

embargo se evidencia que en varias ocasiones hacen uso de una de ellas en dos situaciones diferentes, o para referirse a lo mismo utilizan dos términos diferentes, por ejemplo, se encontró que hay poca distinción entre peso y masa, o entre la masa de un cuerpo y su tamaño (Mora y Herrera, 2009).

La **segunda actividad** se gira al rededor del juego de halar la cuerda, la primera parte se plantea de la siguiente manera.

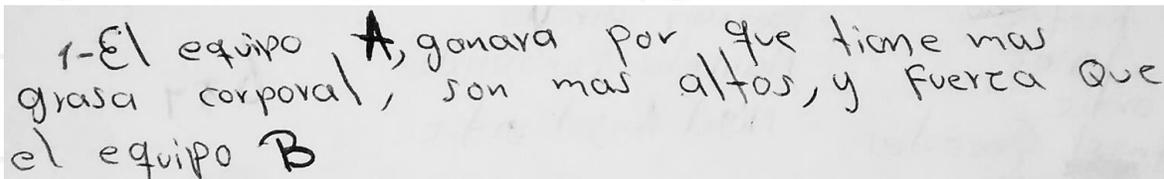
Los participantes se reparten en dos grupos de tres estudiantes cada grupo, la idea es mover a los integrantes del otro equipo halando la cuerda.

Al inicio de esta actividad, los estudiantes estaban algo introvertidos y se les dificultaba contestar y seguir las instrucciones, incluso algunos empezaron a hacer otras cosas y distraían a los otros compañeros, después de unos pocos minutos fueron tomando sus respectivas posiciones dentro de cada equipo de trabajo y empezaron a desarrollar la actividad propuesta.

Primer punto. ¿Cuál equipo, A o B, ganará la competencia?

A continuación se muestran algunas de las respuestas escritas y orales de los grupos de trabajo.

Foto 1. Relación de los estudiantes entre masa y fuerza, actividad 2.2



1-El equipo A, ganara por que tiene mas grasa corporal, son mas altas, y fuerza que el equipo B

## Grupo 1 -“el equipo A, ganará porque tiene más grasa corporal, son más altos, y fuerza que el equipo B”

En el anterior aporte escrito se evidencia que el alumnado hace uso de palabras como grasa corporal y altura, para referirse a la cantidad de masa y así explicar que el equipo que tenga más de ella tendrá más fuerza y por lo tanto saldrá victorioso el juego, lo anterior constituye el indicio que evidencia que los estudiantes no tienen bien establecido el concepto de masa como cantidad escalar directamente relacionada con el peso de los objetos, la fricción y su volumen.

Dado que los aportes escritos carecen de explicaciones, se recurre a acercarse a cada grupo de trabajo e indagarles por sus opiniones en esta primera situación, a continuación se muestran fragmentos de estas conversaciones y su posterior análisis, también se les identifica con un código correspondiente a las iniciales del nombre y el apellido de los estudiantes.

Docente (D):       ¿Ellos por qué ganaron?

Damián (DO):     porque ellos tienen más fuerza

D:                   y por qué tienen más fuerza?

**Juliana (JR):     porque los otros son más altos**

DO:                 porque ellos tienen más masa corporal, no ve cómo son de fuertes, vea, vea, obvio, son más grandes

En este grupo los estudiantes Damián y Juliana toman la iniciativa y la vocería de casi todas las actividades, durante este diálogo los estudiantes a partir de sus propias experiencias y su lenguaje común dan explicación a lo sucedido en el juego de la halar la cuerda, Damián indica que la razón de la victoria de un equipo es por su fuerza, sin embargo no alcanza a argumentar su

respuesta, Juliana lo interrumpe de inmediato y con la mayor naturalidad comenta que es por su altura de sus integrantes, haciendo una clara relación entre la masa, el tamaño y la fuerza, Damián vuelve a intervenir, esta vez para explicar el por qué de su respuesta inicial, reitera lo que ya habían contestado de manera escrita, indicando que es por la cantidad de grasa de los competidores, haciendo clara referencia a la cantidad de masa, el anterior comentario le parece obvio al estudiante. Se reiteran el uso de palabras como “altura” para referirse a la “masa”, siendo esta una evidencia del uso de concepciones pre-galileanas de conceptos, pues existen objetos altos con menos masa que otros que son bajos.

Tercera pregunta: Después de realizar el juego, contesta:

1. De acuerdo con las respuesta a las preguntas anteriores, ¿ganó el equipo que habías dicho?
2. ¿Qué debes hacer para cambiar el resultado? Mira a tu alrededor.

Para este propósito los estudiantes podían disponer de tubos y tablas de madera que estaban a su alcance y usarse como patines en el equipo que antes había sido el ganador reduciendo su fricción con la superficie. De esta parte de la actividad se extrajo la siguiente conversación:

D: ¿Cómo pueden cambiar el resultado sin cambiar los integrantes de los equipos?

Miguel (MG): Fíjese que el grupo A tiene más **peso** diferente que el grupo B, osea masa

Miguel (MH): Poniéndoles más **peso**

D: ¿Cómo así que más **peso** diferente?

MG: Como nosotros tenemos tanto **peso** entonces nos pisamos así (hace referencia a la tracción)

Juliana (JR): En realidad no hicimos cambios, añadimos la tabla y los tubos

Los estudiantes intentan varios métodos para solucionar este problema, sus primeras opciones son aumentado la masa de uno de los equipos a fin de aumentar en él su fricción con el suelo, al preguntarles por las estrategias consideradas es reiterativo el uso de la palabra peso, cuando en este caso podían mencionar sin problema la masa, en esta conversación se nota la reiteración de términos. En la última parte Juliana comenta que en realidad no se hicieron cambios, solo añadieron la tabla y los tubos en el sistema, aunque uno de sus compañeros ya se había referido a la tracción, ella no hizo la relación entre este término y el aumento de masa considerados por los otros estudiantes.

En un principio los estudiantes fueron muy tímidos en sus explicaciones y buscaban encontrar en el investigador o en el profesor colaborador las respuestas a las actividades planteadas, sin embargo se les indicó que contestaran libremente, consignando sus ideas, pues lo importante era hacer la actividad, al tener esto presente su participación aumentó y la presión por una calificación disminuyó permitiendo que se involucraran en las actividades por deseo de hacerlo.

Es importante que resaltar que en las actividades implementadas la palabra “fuerza”, es poco mencionada y otras como masa o aceleración no están presentes en ninguna pregunta, pues no se desea condicionar las respuestas de los estudiantes, sino que se permita hacer una construcción libre del conocimiento y explorar los conceptos que ellos tenían mediante la explicación de situaciones cotidianas, Los aportes de los estudiantes evidenciaron que el término masa es poco usado, sin embargo recurren a otros conceptos para referirse a ella, mencionando el tamaño, la altura y el peso, en especial éste último, esto da cuenta de la red de conocimientos previos que

ellos poseen y que estos les permite dar explicaciones a fenómenos cotidianos (Arcá & Guidoni, 1989), aunque tengan dificultades en el dominio de los términos científicos.

### 5.1.2 Apropriación de nuevos esquemas de pensamiento como alternativas válidas en la concepción de mundo

En la actividad de halar la cuerda se pide a los estudiantes que planeen estrategias para que el equipo que antes no había ganado ahora salga victorioso, para esto cuentan con varias herramientas que se encuentran alrededor, el propósito es que a partir de la atenta observación expresen sus estrategias a los demás compañeros y a su vez estos escuchen en un ambiente de respeto, se espera que estas ideas aportadas sean enriquecidas con otros aportes surgidos de la reflexión crítica de la situación y de los comentarios de los integrantes del grupo de trabajo.

Indicción para la actividad: Después de realizar el juego, contesta:

2. ¿Qué debes hacer para cambiar el resultado? Mira a tu alrededor.

El siguiente es un fragmento extraído de las transcripciones realizadas.

MG: Este se lo pasan al equipo B y este se lo ponen al equipo A (refiriéndose a cambio de integrantes)

D: Mira a tu alrededor

JR: Que hacemos, si hacemos un daño al colegio?, ¿eso está válido?

MG: **Amarrálo de acá, refiriéndose a la cintura**

D: Escuchen al compañero

Damián (DA): No creo que esas tablas las haya traído para nada, podríamos poner muchas

tablas todas juntas y amarrarlas con el laso, ponerlas ahí y halar, ellos no van a tener tanta posibilidad de movernos

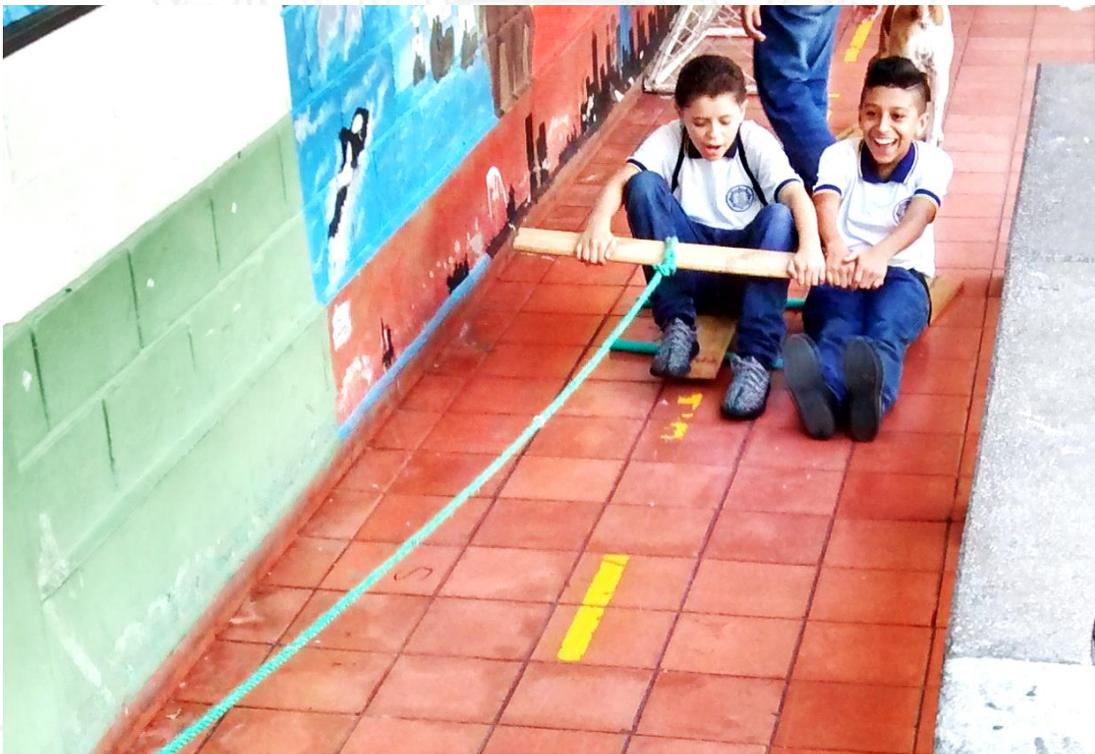
MH: **O amarrar al tubo y halar así, vea, (como si fuera un timón)**

MG: También

D: Ensayen, a ver que pasa

MG: **Primero hagamos el del tubo y después el de las tablas**

*Foto 1: Manejo de recursos, juego de la cuerda, actividad 2*



El grupo de estudiantes discuten para poner en marcha un plan que les permita revertir la situación vivida con anterioridad en el juego de halar la cuerda, a falta de un líder sus intervenciones son algo desordenadas provocando que muchos de los aportes no sean escuchados

con atención y sean puestos en evaluación de todos los miembros, al notar esto el investigador interviene sirviendo de moderador en las intervenciones.

Miguel G. propone un reordenamiento de los equipos, sin darse cuenta que una de las normas es que los miembros de los mismos permanezcan sin modificaciones, al darse cuenta de esto decide dar otro aporte, considera que halar desde las manos, es menos eficiente que si se amarraran la cuerda alrededor de la cintura, esta idea es bien recibida por los otros compañeros, entretanto, Miguel H. propone que la cuerda se pasada por la parte interna del uno de los tubos con el que estaba jugando, considerando que así podrían tener mayor agarre, Damián observa atentamente el entorno, así que sugiere el uso de las tablas y los tubos, sin embargo aún no establece cómo hacerlo, esta idea también se pone en consideración.

La diferencia entre los tres anteriores aportes es que el primero y el segundo proponen de manera clara un método y unas razones para considerarlo, mientras que el tercero, aunque tiene herramientas nuevas carece del modo en que se va a utilizar, es por esta razón que optan inicialmente por evaluar la estrategia de Miguel H. y luego mirar que pueden hacer con las tablas y tubos. En el anterior apartado se evidencia el trabajo en equipo, la escucha, la validación de ideas y procedimientos. Se resalta el trabajo en equipo por parte de los estudiantes, así como la descripción de trabajo científico en el laboratorio en Latour & Woolgar (1995), en donde los aportes de unos son avalados por sus pares y posteriormente son utilizados para un nuevo análisis. También se resalta el argumento de los integrantes y su aval por parte de los pares como aspecto importante en la construcción de nuevas experiencias y fenómenos (Candela y Herrera, 2013)

Miguel G. es un estudiante algo mayor a sus compañeros, en estas actividades participó muy solidariamente, de él se extraen dos comentarios relevantes, el primero cuando se indaga por la manera como pueden revertir el resultado del juego de la cuerda, el segundo comentario es extraído al finalizar esta actividad, se cuestiona por la importancia de mirar a ambos lados de la calle cuando se va a cruzar. Sus aportes en estas dos situaciones son:

1. D:                   Cómo pueden cambiar el resultado sin cambiar los integrantes de los equipos?

Miguel (MG):       Fíjese que el grupo A tiene más **peso** diferente que el grupo B, osea **masa**.

2. MH:                Por ejemplo a veces en la calle transita la volqueta o la mula,...

MG:                   Lo puede matar a uno porque lo tira todo pa' riba

MH:                   Te impactó, pero bueno, frenó y el impacto hizo presión y te levantó, te elevó y te alzó... El carro tiene más peso

MG:                   La volqueta y la mula, porque tienen más peso

MG:                   **En la calle es como si nosotros fuéramos el grupo B (pesados), y el carro el grupo A, entonces como tiene más peso nos puede atropellar**

En el primer aporte miguel argumenta que los que jalaron y ganaron fue por su “peso”, de inmediato se vuelve a referir a esto mismo, pero con otro término “masa”, en el segundo aporte culmina el diálogo que tenía con Miguel H. haciendo un paralelo entra la actividad que se está ejecutando en medio de un contextos escolares y en otros contextos de la vida común. En estos casos Miguel G está haciendo uso adecuado de términos y también está llevando el conocimiento adquirido a otros espacios. Los conocimientos previos van cambiando en la medida en que las experiencias sensitivas y sociales se van incrementando adquiriendo nuevas significaciones,

como en el caso de la masa, que aunque esté en su lenguaje, ahora hacen uso de ella para explicar sus observaciones (Fleck, 1987).

La **tercera actividad** se diseñó para que los estudiantes exploraran la relación existente entre fuerza y el cambio de velocidad, por lo que se lanzó sobre una superficie horizontal un paralelepípedo el cual tenía cada una de sus caras forradas con material distinto, afín de generar diferentes rozamientos con la superficie plana. A los estudiantes se les pidió inicialmente que describieran los objetos identificando la mayor cantidad de características, luego que observaran bien su movimiento y que lo describieran, en cuanto a esto se extrajo la siguiente conversación:

D: Entonces a la final por qué se detienen los objetos?

DO: Porque se les acaba la velocidad

MF: Por la fricción

DA: La gastan

MF: Por la fricción (pero poco le prestan atención)

Los estudiantes constantemente hacen referencia al término “fricción” para dar cuenta de la pérdida gradual de velocidad del bloque mientras realiza un recorrido, cuando en actividades anteriores mencionaban la tracción, esto indica que hay una re-significación de conceptos para explicar fenómenos, el trabajo en grupo permitió el ingreso y la adopción de nuevas palabras que permitieron dar explicaciones a los acontecimientos que suceden a su alrededor (Mora y Herrera, 2009).

## **5.2 Dimensión Social y Discursiva de la Actividad Experimental**

### **5.2.1 La construcción de explicaciones como herramienta para reflexión y construcción de explicaciones**

Como ya se había mencionado, el aprendizaje en ciencias debe permitir pensar reflexivamente en otros contextos, por ejemplo al final de la segunda actividad se pregunta por la importancia que implica mirar a ambos lados de la calle cuando se va a cruzar, al ser esta una actividad común los estudiantes pueden explicarla desde su experiencia común aplicando los conocimientos adquiridos en el transcurso de estas actividades.

MH: Por ejemplo a veces en la calle transita la volqueta o la mula,...

MG: Lo puede matar a uno porque lo tira todo pa' riba

MH: **Le impactó, pero bueno, frenó y el impacto hizo presión y te levantó, te elevó y te alzó... El carro tiene más peso**

De manera acertada los estudiantes comentan que los vehículos más masivos pueden hacer mayor daño a la integridad de peatón en caso de colisionar, esto lo explican mediante un lenguaje común mencionando que la persona puede morir al ser levantada. Durante este dialogo los participantes estuvieron de acuerdo entre ellos y alimentaron los aportes del anterior, por lo que el discurso se enriquecía con cada intervención, además que sus reflexiones las acompañaron con movimientos corporales, así que sus manos ejemplificaron tanto al automóvil como al peatón, Miguel H. ejemplifica al auto con una de sus manos cerradas al auto mientras se acercaba a la otra que hacía de persona, en el momento de tocarse la segunda la levanta levemente, lo anterior lo ejecutó acompañando con la frase que se resalta en negrita.

La expresión oral acompañada de gestos corporales se usó como herramienta para aclarar el fenómeno la fuerza que ejerce un cuerpo sobre otro y que está relacionado con la masa. Según Candela y Herrera (2013), el lenguaje oral y corporal hacen parte fundamental de las relaciones

sociales, teniendo en cuenta que el aprendizaje es una actividad en comunidad, así como el trabajo científico, cabe resaltar que los aportes acá descritos se encuentran en armonía con lo expuesto.

Mencionando de nuevo la tercera actividad se planteó una situación hipotética, en la que una persona tiene una locomotora que se encuentra sobre unos rieles horizontales y desea moverla, pero el tiempo ha generado óxido en sus ruedas y los rieles sobre los que se encuentra. Desde su experiencia los estudiantes saben que la presencia de óxido impide el movimiento, así que se les interrogó por las estrategias que utilizarían para mover cada vez más dicho objeto. Los participantes se sintieron algo abrumados ante la situación e indicaron de manera tímida que debe engrasarse las ruedas permitiendo así el movimiento de la locomotora, sin embargo no mencionaron cuales acciones se deben tomar frente a los rieles, ante esta situación el investigador intervino, el fragmento que muestra los aportes de los estudiantes es el siguiente.

D: La persona se dio cuenta que la superficie no era muy lisa, entonces la pulió muy, muy bien, que fuera lo más liso posible, ¿será que va a recorrer más o no?

DO: Profe, puede que, si la pulió tanto, puede que se salga del riel, por la velocidad puede que se salga, porque digamos que la pulió tanto, puede que, digamos, con empujarlo así mucho (hace el gesto de empujar y lo acompaña con un sonido chzzzzz), se puede volcar

D: ... ¿cómo podríamos detener un objeto a la mitad de un recorrido?

DO: Así. Pone la mano indicando un obstáculo

MF: Moviéndolo

DO: Poniéndole una barrera, haciendo un hueco, una grieta

MG: Poniéndole un obstáculo

Para dar respuesta a la situación planteada los estudiantes se toman su tiempo, hasta que Dilan rompe el silencio indicando que si los rieles se pulen mucho la locomotora se puede salir de ellos pues puede que se ejerza mucha fuerza, lo relevante para esta categoría es el uso de gestos para dar a entender a sus compañeros lo que deseaba expresar (Candela y Herrera, 2013), así que se apoyó en sus manos y en recursos sonoros, su mano indica al objeto descarrilándose y al mismo tiempo hace un sonido de zumbido. Este mismo estudiante interviene con gestos de manos cuando se pregunta por la manera en que se podría detener un objeto, indicando con su mano, como si fuera obvio, que se podría ubicar un segundo cuerpo en la trayectoria del primero, ante estas intervenciones sus compañeros reaccionan de manera positiva otorgándole credibilidad a sus aportes, de tal manera que Manuela y Miguel G. también intervienen siguiendo la misma línea de su compañero y realizando gestos similares con sus manos.

Se observó en los participantes que recurren en varias ocasiones a acompañar sus ideas con gestos corporales y sonidos, a fin de dar a entender a sus pares su percepción frente a un fenómeno, estas son herramientas culturalmente necesarias para dar instrucciones de procedimiento y de aclaración de significados, permitiendo su construcción en el espacio de aprendizaje (Jimenez, Caamaño, Oñorbe, Pedrinaci y Pro, 2003).

### **5.2.2 El discurso como escenario de construcción social de conocimiento**

Al final de la segunda actividad se indagó por los cambios que los estudiantes realizaron para modificar los resultados obtenidos con anterioridad.

Realiza de nuevo el experimento con las modificaciones que creas convenientes y contesta:

1. ¿Cambió el resultado?
2. Describe los cambios que hiciste

MH: En la primera no funcionó, porque en la primera halamos el tubo y se dobló, en la segunda con la tabla si funcionó, listo

D: Pero vea que si me están deslizando, si ve. Cómo es ese suelo y este?

DO: Ese es una baldosa lisa, este es una especie de baldosa que está dividida en varios cuadritos que simulan que está pegada cuadrado por cuadrado, osea que está rocosa

Los estudiantes optan por una primera estrategia que es pasar el lazo por dentro del tubo, infiriendo que esto les podría ayudar a halar con mayor efectividad, a lo que Miguel comenta que en esta situación el tubo se dobló, por eso deciden en común intentar una nueva estrategia, que consistió en que un grupo se pose sobre unas tablas y tubos simulando un patín, esta variación si les dio el resultado que esperaban, también identificaron que hay dos superficies diferentes, una lisa y la otra era irregular, esta caracterización de las superficies les permite modificar la experiencia, es de resaltar que estas decisiones se tomaron en conjunto, permitiendo justificar los nuevos resultados. Es común los intentos fracasados, sin embargo estos no se les debe dar poco valor, pues ellos son también material para la construcción de conocimiento (Fleck, 1987).

En la actividad tres los estudiantes deben lanzar un bloque con diferentes superficies, se pide a los estudiantes que describan el movimiento del mismo sobre diferentes cada una de estas superficies.

- Todos: Eran de madera, rectángulos, se les añadían tela, caucho, lija
- D: Cuales lanzaron y sobre qué superficies?
- DO: Los lanzamos todos, por el piso, por las grietas, por el plástico
- D: ¿En cuáles casos recorrió más?
- MF: En el del caucho
- DO: En el del jabón, cuando estaba en el plástico con el JABÓN (todos), Lo concentramos en una parte
- MF: En la baldosa también

Se resalta que los estudiantes se organizaron en esta actividad, de tal manera que algunos hacían el papel de secretarios y otros manipularon los bloques, lo cual está en concordancia con los aportes de Latour & Woolgar (1995) en la descripción de la labor científica desde la perspectiva de un antropólogo. De manera colectiva describieron los bloques por su forma, su material y por las texturas de sus caras, con ello concluyen más adelante que la superficie de caucho presente en el bloque recorre más cuando está sobre la superficie de plástico enjabonado, añaden una modificación que consiste en concentrar la mayor parte de la espuma producida por el jabón en una parte de la superficie y lanzar allí el bloque, repitiendo el proceso, pero esta vez, sobre la zona que no tiene tanto jabón, con lo anterior le otorgan peso a lo dicho sobre la distancia recorrida sobre la superficie enjabonada.

Frente a esta misma actividad los estudiantes hicieron aportes en cuanto a la rapidez de los objetos, el fragmento que da cuenta de esto es:

DO: Porque le jabón lo desliza, entonces, como él tiene una velocidad, entonces el jabón lo que hace es que lo frena, pero así con el plástico solo si dio más resultado

D: Cómo era la velocidad del bloque de madera en el recorrido?

DO: Pues la iba perdiendo a medida que iba recorriendo, (lo dice como si fuese obvio), claro que cuando iba con el jabón la perdía más rápido.

Foto 2. Cambio de velocidad del bloque en superficie



Al grupo se le interroga por lo observado con respecto a la velocidad del bloque en el recorrido, en un inicio algunos comentaron que esta se perdía de inmediato, sin embargo, Dilan, argumenta, como si fuese obvio, que esta va disminuyendo a medida que se va deslizando, por que frena gradualmente, es decir que durante el recorrido el objeto presenta una disminución gradual de la rapidez por efecto del rozamiento entre las superficies, los otros compañeros avalan este aporte. Con lo anterior se establece una relación entre la fuerza, en este caso de fricción, con el cambio de velocidad.

Este conocimiento construido por los estudiantes es el resultado de reflexiones de las observaciones individuales, expuestas y avaladas por los pares, constituyendo en ellos una nueva red de conocimientos, que implica ver el mundo que les rodea de manera diferente (Fleck, 1987), (Arcá y Guidoni, 1989).

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## 6. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

A partir de los resultados arrojados por los análisis y su discusión durante las etapas de la investigación se encuentran algunas contribuciones que ayudan a favorecer el proceso de construcción de conocimiento de los estudiantes a partir del dialogo entre pares y el profesor orientador.

La asistencia a los espacios de aprendizaje de los estudiantes de media y de sexto grado permitió un acercamiento a los estudiantes que proveyó de información importante para identificar el objeto de estudio del que se ocupó esta investigación, así como familiarizarse con el ambiente escolar.

La implementación de las actividades diagnósticas proporcionó información de vital importancia para las actividades posteriores, permitiendo tener un acercamiento a la visión de fuerza en los estudiantes y así poder diseñar experiencias significativas para los educandos.

Al darle relevancia a la actividad experimental como propiciadora de espacios para la discusión y considerando que las experiencias educativas en el aula son de carácter social y cultural, se hace relevante en la enseñanza implementar prácticas que se encuentren en esta misma vía a fin de promover el conocimiento involucrando a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. La actividad experimental facilita el trabajo en equipo permitiendo la construcción de nuevas redes de conocimiento, que aunque son un constructo individual, se induce socialmente.

Se resalta que los estudiantes respondieron positivamente a las actividades propuestas, en un inicio de manera tímida, pero al familiarizarse con las dinámicas su participación fue en aumento, permitiendo el dialogo fluido, la confrontación de ideas y la validación de ellas, siendo esto factores importantes que también están presentes en el trabajo científico.

Se evidenció en el caso que con el pasar del tiempo su lenguaje sufrió cambios favorables siendo sus concepciones más ricas, se mostró la adquisición de nueva terminología que ayuda al alumnado a tener un acercamiento al fenómeno de fuerza.

La investigación muestra que el aprendizaje científico a partir de actividades experimentales que favorezcan espacios de confrontación es favorable en estudiantes de sexto grado para la construcción de conocimiento científico.

Se espera que este trabajo de grado ayude a investigaciones de este tipo en niveles de básica primaria en cuanto a la construcción de conocimiento científico.

Una de las dificultades que se presentó en esta investigación llegó a la hora de darles las indicaciones de cada una de las actividades a los estudiantes, pues se distraían constantemente y era difícil que lograr la atención de todos.

Al notar los agradecimientos de los estudiantes de la Institución Educativa el Pedregal, me doy cuenta que los estudiantes de estos grados tienen todas las capacidades para construir conocimiento científico, por lo que se hace un llamado y se recomienda seguir este tipo de investigaciones, en especial en grados de primaria.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Arcá, M., & Guidoni, P. (1989). Modelos infantiles y modelos científicos sobre la morfología de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(7), 162-167.
- Ayala, M. (1 de Enero-abril de 2006). Los análisis historico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*, 17(1), 19-35.
- Candela, A., & Rey Herrera, J. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. *Educ. Educ*, 16(1), 41-65.
- Canedo, S. (2009). Contribución al estudio del aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación infantil: cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores. Barcelona, España: Universidad de Bcelona.
- Estany, A. (2007). Innovación tecnológica y tradiciones experimentales: Una perspectiva cognitiva. *Ciencias 88*, 34-45.
- Ferreirós, J., & Ordoñez, J. (Dic de 2002). Hacia una filosofía de la experiemntación. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47-86.
- Feyerbend, P. (1986). Introducción. En P. Feyerabend, *Tratado contra el método. esquema de una teoría anarquista del conocimiento* (págs. 1-85). Madrid: Editorial Tecnos S. A.
- Fleck, L. (1987). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. (L. Meana, Trad.) Madrid: Alianza Editorial.
- Hacking, I. (1996). El experimento. *Representar e Intervenir* (S. Martínez, Trad., págs. 177-194). Mexico: Ediciones Paidós Ibérica.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la practica en filosofía de la ciencia: Una perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, 20(44), 98-119.
- Jimenez, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., & Pro, A. (2003). Enseñar ciencias. *Educatio*(20-21), 263-264.
- Lakatos, I. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Mach, E. (1948). *Conocimiento y error*. (C. Pla, Trad.) Buenos Aires: Espasa Calpe s: A.
- Mora, C., & Herrera, D. (2009). Una Revisión Sobre Ideas Previas del Concepto de Fuerza. *Latin-American Journal of Pysics Education*, 3(1), 72-86.
- Newton, I. (1687 [1993]). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. (E. Rada, Trad.) Barcelona: altaya.

Palanco, J. (14 de Diciembre de 2009). *Contribuciones a las ciencias sociales*. Obtenido de Eumetnet Web Site: [www.eumed.net/rev/cccss/06/fjpl4.htm](http://www.eumed.net/rev/cccss/06/fjpl4.htm)

Pinochet, J. (2015). El modelo educativo de Toulmin y la educación en ciencias: Una revisión argumentada. *Ciencia y Educación*, 21(2), 307-327.

Popper, K. (1972). Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico. En K. Popper, *Sobre el carácter de la Ciencia y la metafísica -Kant y la lógica de la experiencia* (págs. 229-239). Barcelona: Ed Paidós Ibérica S. A.

Popper, K. (1996). La lógica de la investigación científica. En K. Popper, *Panorama de algunos problemas fundamentales* (págs. 27-47). México: Ed. Iberoamericana.

Rivera, J., Madrigal, J., Cabreara, E., & Mercado, C. (2014). Evolución histórica del concepto de fuerza. *Latin-american journal of physics education*, 8(4), 1-7.

Sardá, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 406-422.

Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.

Tomás, G. (2009). Isaac Newton nos enseña. *Quehacer Educativo*, 40-47.

Latour, B. & Woolgar, S. Un Antropólogo Visita el Laboratorio. (1995). En *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos* (págs. 53-104). Madrid: Alianza Editorial.

Vázquez, A., Manassero, M., Acevedo, J., & P, A. (2007). Consensos Sobre la Naturaleza de la Ciencia: La Comunidad Tecno-científica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 231-263.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



## ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo ético

#### PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN <sup>1</sup>



**Nombre de la Investigación:** La actividad experimental como facilitadora en la construcción del concepto de fuerza en los primeros grados de bachillerato

**Investigador:** Jairo Augusto Amaya Arroyave

Presentamos ante ustedes nuestro compromiso ético. Entiendo como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de este trabajo, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en ciencias en los contextos de los casos elegidos para este estudio, así como contribuir con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación sobre la enseñanza de las ciencias.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo, que se evitará la alusión a nombres propios y se valorará con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan al investigador para que las fuentes de información como escritos, videos, audios, entrevistas, foros de discusión, observaciones, etc.; se constituyan en bases de datos para dicha investigación. Al respecto, se solicita también a los firmantes de este documento anotar, algunas recomendaciones o sugerencias que consideren pertinentes en relación con la autorización que otorgan al investigador.

\_\_\_\_\_  
FIRMA ACUDIENTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL PROFESOR

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL ESTUDIANTE

**Recomendaciones o sugerencias:**

<sup>1</sup> Esta es una adaptación de la tesis doctoral de la profesora Berta Lucila Henao Sierra (2010). Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin. Universidad de Burgos.

Anexo 2. Actividad 1.1. Diagnóstico 1, no se menciona la palabra “Fuerza” en las preguntas.



Práctica Pedagógica  
Licenciatura en Matemáticas y Física.

*Enseñanza y aprendizaje de la física. Rol de  
la experimentación en la enseñanza de la Física*

Actividad 1

NOMBRE: \_\_\_\_\_

Propósito: Identificar a partir de la experiencia común que cosas intervienen en algunas situaciones cotidianas

1. Describe que sientes cuando golpeas algún objeto, como patear un balón de futbol, hacer rebotar una pelota de ~~baseball~~ basket o detener algo que te arrojan.

2. Realiza una lista de las cosas que se necesitan para caminar, correr o saltar.

3. En deportes como el futbol los zapatos (guayos) tienen tachas, pero en tenis no los tienen. ¿Por qué crees que esto es así?



4. Describe que es lo que hace que un libro permanezca sobre la mesa sin moverse

5. Que se necesita para mover el libro, ¿por qué?

6. Toma un pedazo de papel, arrúgalo para hasta que quede con forma de bola o pelota, describe que pasa cuando lo soplas.

7. ¿Qué debemos hacer para cambiar de dirección un objeto que ya está en movimiento?

8. ¿Describe las diferencias que sientes cuando te golpea una bola de papel y un balón?, ¿por qué crees que se dan estas diferencias?

### ANEXO 3. Actividad 1.2. Diagnóstico 1, se menciona la palabra “Fuerza” en las preguntas.



Práctica Pedagógica  
Licenciatura en Matemáticas y Física.

*Enseñanza y aprendizaje de la física. Rol de  
la experimentación en la enseñanza de la Física*

#### Actividad 1.2

1. En una competencia de jalar la cuerda, ¿Quién crees que tiene más fuerza, un niño o un adulto?, por qué?

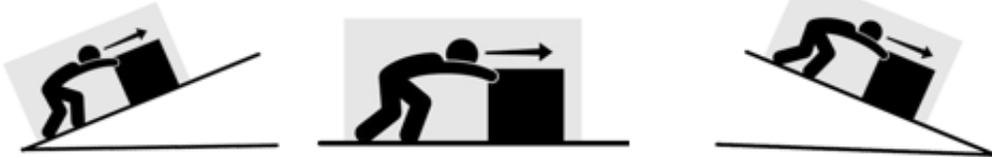


2. Dibuja con flechas las fuerzas que hacen que un libro permanezca quieto sobre la mesa



3. Cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados por que se corre el riesgo de ser atropellado, ¿qué tipo de vehículo podría hacer más daño?, ¿por qué?

4. En las siguientes situaciones al empujar una caja, ¿Quién crees que debe hacer más fuerza?, ¿quién menos fuerza? Y ¿por qué?



5. Así como en la situación anterior, se empuja horizontalmente una caja por tres terrenos diferentes, sobre pasto, sobre baldosas y sobre asfalto (en la calle), ¿en cuál superficie crees que se debe hacer más fuerza?, ¿por qué?

6. Qué pasa con la rapidez de un objeto si le aplicamos una fuerza igual en todo momento

## ANEXO 4. Actividad 2. Halar la cuerda



Práctica Pedagógica  
Licenciatura en Matemáticas y Física.

*Enseñanza y aprendizaje de la física. Rol de  
la experimentación en la enseñanza de la Física*

### ACTIVIDAD 2

#### ¿QUIÉN ES MÁS FUERTE? EXPERIMENTO PRUEBA DE FUERZAS

##### Propósito:

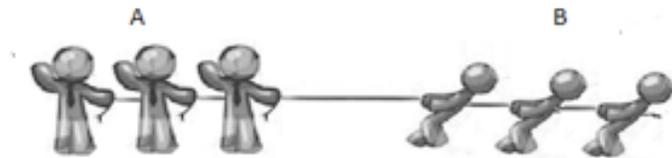
A través de una situación problema facilitar la predicción del movimiento de los cuerpos, así como la descripción de los factores que facilitan ese comportamiento. Posteriormente, con ayuda de diferentes elementos, identificar cómo están relacionados dichos factores con el movimiento.

##### Materiales:

Cuerda y elementos del entorno

##### Actividad:

El juego de la cuerda



Los participantes se reparten en dos grupos de tres estudiantes cada grupo, la idea es mover a los integrantes del otro equipo jalando la cuerda, así como se indica en el dibujo.

Antes de realizar la actividad y al estar ya definidos los integrantes de cada equipo, contesta:

1. ¿Cuál equipo, A|o B, ganará la competencia?, ¿por qué?
2. ¿Describe las condiciones del piso?

Después de realizar el juego, contesta:

1. De acuerdo con las respuestas a las preguntas anteriores, ¿ganó el equipo que habías dicho?
2. ¿Qué debes hacer para cambiar el resultado? Mira a tu alrededor

Realiza de nuevo el experimento con las modificaciones que creas convenientes y contesta:

1. ¿Cambió el resultado? ¿por qué?
2. ¿Describe los cambios que hiciste?
3. Cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados por que se corre el riesgo de ser atropellado, ¿qué tipo de vehículo podría hacer más daño?, ¿por qué?

## ANEXO 5. Actividad 3. ¿Por qué se detienen las cosas?



Práctica Pedagógica  
Licenciatura en Matemáticas y Física.

*Enseñanza y aprendizaje de la física. Rol de  
la experimentación en la enseñanza de la Física*

### ACTIVIDAD 3

#### ¿POR QUÉ SE DETIENEN LAS COSAS?

##### Propósito:

A través de una actividad experimental describir las características de que están involucradas en el movimiento de los objetos y cómo influyen estas en dicho movimiento.

##### Materiales:

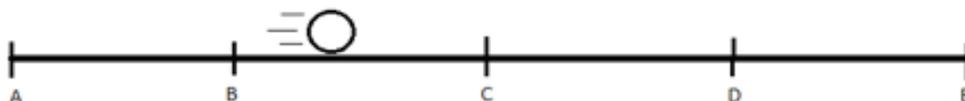
- Tabla de madera
- Papel lija
- Plástico
- Agua jabonosa
- 2 Bloques de madera, con diferentes superficies: (tela, caucho, papel lija, plástico).

##### Actividad:

1. Describa las características de las superficies, tanto del bloque de madera como de la tabla.
2. Arroje el bloque de madera sobre la tabla de tal forma que se deslice sobre ella, así como se muestra en el dibujo



3. Repita el experimento varias veces cambiando las superficies del bloque de madera, así como de la tabla y responda:
  - a. ¿Cuáles lanzó y sobre qué superficies?
  - b. ¿En qué casos, el bloque, recorrió más distancia?
  - c. ¿Por qué crees que algunos recorrieron más distancia?
  - d. Teniendo en cuenta el movimiento del bloque sobre la tabla, cuando están en contacto la superficie de tela en el bloque y de plástico en la tabla, ¿Cómo es la rapidez durante el recorrido?, describa que va pasando con la rapidez durante el recorrido, puede realizar varios lanzamientos, si es necesario.
  - e. Compare la rapidez del objeto en 5 puntos, ¿es igual en cada uno de ellos? o ¿algunos son mayores que otros?, de ser así ordénelos de mayor a menor.



- f. ¿Por qué se detienen los objetos?
  - g. ¿qué pasaría si el plano fuera lo extremadamente liso?
4. Qué pasa con la rapidez de un objeto si le aplicamos una fuerza igual en todo momento

ANEXO 6. Transcripciones de los aportes de los estudiantes según la convención de los

enunciados

<b>A. Reiteración en el uso de términos</b>
D- que se necesita para caminar, correr y saltar? Fuerza, peso, la mano, pies...
D- y por qué tienen más fuerza? JR- porque los otros son más altos
D- por qué? DO- porque ellos tienen más masa corporal, no ve cómo son de fuertes, vea, vea, obvio, son más grandes
D- no, una pregunta así que se me ocurre, cómo pueden cambiar el resultado sin cambiar los integrantes de los equipos? MH- poniéndoles más peso
D- Cómo así que más peso diferente? MG- como nosotros tenemos tanto peso entonces nos pisamos así (hace referencia a la tracción)
JR- en realidad no hicimos cambios, añadimos la tabla y los tubos
D- cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados porque se corre el riesgo de ser atropellado, qué tipo de vehículo te podría hacer más daño? Por qué? MH- te impactó, pero bueno, frenó y el impacto hizo presión y te levantó, te elevó y te alzó... El carro tiene más peso MG- la volqueta y la mula, porque tienen más peso
D- qué pasaría si el plano fuera completamente liso? DO- porque yo le transfiero la fuerza al objeto
D- listo. Vamos a suponer entonces, que está el mismo bloque y la misma mesa en la que nosotros trabajamos, entonces eso lo pulo muy muy bien, que quede perfectamente liso, como si estuviera sobre un colchón de aire. ¿Podrá recorrer hasta qué parte?

DO- igual que lo que hicimos

### B. Situaciones donde se resalta las comparaciones

D- por qué?

DO- porque ellos tienen más masa corporal, no ve cómo son de fuertes, vea, vea, obvio, son más grandes

MG- Fíjese que el grupo A tiene más peso diferente que el grupo B

D- Cambió el resultado?

MH- en la primera que hicimos no cambió el resultado

DO- pero en la segunda que hicimos sí.

MH- en la primera no funcionó, porque en la primera halamos el tubo y se dobló, en la segunda con la tabla sí funcionó, listo

MG- en la calle es como si nosotros fuéramos el grupo B (pesados), y el carro el grupo A, entonces como tiene más peso nos puede atropellar

DO- porque yo le transfiero la fuerza al objeto, entonces si lo lanzo muy fuerte puede recorrer más, en cambio si lo lanzo pasito... ¡poco!

### C. Noción de fuerza, masa, aceleración

Y los taches hacen una fuerza al pimpacto...

Los taches se utilizan en el fútbol para para y que no se caiga, ... para que haga fuerza

... el tache se entierra y eso hace fuerza así (mostrando con el cuerpo hacia donde va la fuerza de los taches) para no caerse

... eso le da fuerza para correr (hace referencia a mayor tracción)

Todos- siiiii

D- por qué?, por que ganaron?

DO- por que ellos tienen mas fuerza

DO- porque ellos tienen más masa corporal, no ve cómo son de fuertes, vea, vea, obvio,

son más grandes
D- Cómo así que más peso diferente?
DO- Sii, tene el peso diferente el grupo B, ose la masa
MG- como nosotros tenemos tanto peso entonces nos pisamos así (hace referencia a la tracción)
DO- claro, porque con el peso ud empuja hacia un lado
MG- en la calle es como si nosotros fuéramos el grupo B (pesados), y el carro el grupo A, entonces como tiene más peso nos puede atropellar
D- y por qué creen?
DO- Porque le jabón lo desliza, entonces, como él tiene una velocidad, entonces el jabón lo que hace es que lo frena, pero así con el plástico solo si dio más resultado
D- entonces a la final por qué se detienen los objetos?
DO- porque se les acaba la velocidad
MF- por la fricción
DO- la gastan
MF- por la fricción (pero poco le prestan atención)
MG- pero un obstáculo tan grande... tiene ue tener digamos que más fuerza. Porque digamos que pongo acá varia plumas como obstáculo, lo tiro con suficiente fuerza sigue derecho;. En cambio si yo pongo una barrera así como digamos una baldosa, aquí parada (señala un punto en el piso que representa una parte de la trayectoria de la supuesta locomotora),

#### D. Ejemplificación con situaciones cotidianas

D- cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados porque se corre el riesgo de ser atropellado, qué tipo de vehículo te podría hacer más daño? Por qué?

MH- por ejemplo a veces en la calle transita la volqueta o la mula,...

MG- lo puede matar a uno porque lo tira todo pa' riba

MH- te impactó, pero bueno, frenó y el impacto hizo presión y te levantó, te elevó y te alzó...

El carro tiene más peso

D- va a recorrer un piquito más, entonces se dio cuenta que la superficie no era muy lisa, entonces la pulió muy, muy bien, que fuera lo más liso posible, ¿será que va a recorrer más o no?

DO- profe, puede que, si la pulió tanto, puede que se salga del riel, por la velocidad puede que se salga, porque digamos que la pulió tanto, puede que, digamos, con empujarlo así mucho (hace el gesto de empujar y lo acompaña con un sonido chzzzzz), se puede volcar

D- entonces, ahora si, como pregunta final, ¿cómo podríamos detener un objeto a la mitad de un recorrido?

DO- asi. Pone la mano indicando un obstáculo

MF- moviendolo

DO- poniéndole una barrera, haciendo un hueco, una grieta

MG- poniéndole un obstáculo

### E. Prioridad de los sentidos en la explicación de fenómenos

D- entonces de qué depende?

DO- de la forma en que ud logre ponerse

... el tache se entierra y eso hace fuerza así (mostrando con el cuerpo hacia donde va la fuerza de los taches) para no caerse

### F. Acuerdos para la ejecución de las actividades y validación de los aportes

D- osea, cómo hacer para que los chiquiticos ganen?

MH- halando todos a la misma vez; jalando

D- cómo hacer para que los más pequeños ganen?

El- este se lo pasan al equipo B y este se lo ponen al equipo A (refiriéndose a cambio de integrantes)

Ella y el D- mira a tu alrededor

Ella- que hacemos, si hacemos un daño al colegio?, eso está válido?

Él- **amarrálo de acá, refiriéndose a la cintura**

D- escuchen al compañero

DO- **no creo que esas tablas las haya traído para nada, podríamos poner muchas tablas todas juntas y amarrarlas con el laso, ponerlas ahí y halar, ellos no van a tener tanta posibilidad de movernos**

MH- o amarrar al tubo y halar así, vea, (como si fuera un timón)

Él - también

D- ensayen, a ver que pasa

El- **primero hagamos el del tubo y después el de las tablas**

DA- ellos doblaron el tubo

D- osea que esa no es la solución

D- una pista, ustedes han montado en patines?

Todos- si

Do- **aaa, ya tengo una idea, amarrándonos las tablas a los pies**

DO- **vea, ponemos estos aquí (tubos y tablas a modo de panín), los ponemos a ustedes, ustedes no van a tener tanta posibilidad, nosotros los halamos y uds se van a lisar**

D- Cambió el resultado?

MH- en la primera que hicimos no cambió el resultado

DO- pero en la segunda que hicimos sí.

Todos- **pero en la segunda que hicimos, ponga que sí**

MH- hey profe en la segunda que hicimos cambió el resultado, pero a la vez no, en unas si y en otras no

D- Bueno, ahora sí, continuemos. En cuales casos recorrió más espacio?

MF- **en el del caucho**

DO- **En el del jabon, cuando estaba en el plástico con el JABÓN (todos), Lo concentramos en una parte**

MF- En la baldosa también

DO- Lo concentrábamos así (muestra con las manos) en una parte y también así en el plástico sin el jabón

D- Resulta que Galileo una vez hizo un experimento mental y el hombre decía listo, tengo una locomotora y la tengo sobre unos rieles, y la empujo, eso va a recorrer cierto espacio, entonces Galileo se dio cuenta que esos rieles tenían mucho óxido,

DO- el óxido lo frenaba

El óxido lo frenaba muy bien..

DO- entonces lo aceitó a ver si así daba mas resultado

D- a ya hacía un poquito más. Entonces también pulió la superficie de los rieles, le quitó el óxido a los rieles, ¿va a recorrer más o no?

Todos- Si

MG- pero un obstáculo tan grande... tiene que tener digamos que más fuerza. Porque digamos que pongo acá varia plumas como obstáculo, lo tiro con suficiente fuerza sigue derecho;. En cambio si yo pongo una barrera así como digamos una baldosa, aquí parada (señala un punto en el piso que representa una parte de la trayectoria de la supuesta locomotora).

DO- digamos que estos son los rieles (señala con sus dedos la trayectoria)

### G. caracterizaciones de las situaciones

D- mmm.... Si la baldosa y el césped están mojados (repetiendo un comentario) y si no están mojados

También, porque la baldosa en si es liza, porque su material en sí es lizo, y el pasto porque como en su interior hay agua dentro de si mismo, entonces con la caja sale y se desliza

D- Por qué el libro permanece quieto sobre la mesa?

El libro no se puede mover porque no tiene patas y no tiene manos

Lo podemos mover con el aire (en una foto los estudiantes muestran las fuerzas que actúan sobre el libro y evitan que se mueva)

D- Describan las condiciones del piso

JR- El piso es de baldosa, es liso, que más escribimos?

DO- roja, la baldosa tiene grietas,... oiga cuando se pone agua con jabón se pone lisa

D- cuál es la característica común entre el tubo y el palo?

MF- que tienen forma cilíndrica

D- ha

MF- Pero lo puedo meter ahí,

D- Traje muchos tubos y sólo dos palos

D- yo traje estos tubos, que características tienen?

Todos- son redondos, lisos, largos, delgados,

D- y entonces?

DO- y entonces ahí, nos la podría engarzar en una de estas ranuritas

D- prueben a ver

DO- nos amarramos las tablas a los pies, de a una por pie

D- se deslizó y le pudo ganar a los grandes, está ud de acuerdo con eso? (dirigiéndose a MH)

MH- se deslizó?, profe yo no estoy de acuerdo con eso, porque él se puede montar en la tabla (el grande) y es muy brusca la halada y él se puede caer

JR- es que los tubos se deslizan en la baldosa... depende de la madera... nos montamos en una tabla, pero no hay movimiento

D- entonces de qué depende?

DO- de la forma en que ud logre ponerse

DA- DE LAS RAYAS

D- exacto, qué tiene el piso?

DA- piedras. Polvo, grietas, y entonces eso se queda ahí plantado

D- perfecto

DA- **es inestable el piso**

D- cuál es la diferencia entre ese y este piso?

Todos- **este tiene cuadritos y rayas, es carrasposo**

MH- **en la primera no funcionó, porque en la primera halamos el tubo y se dobló, en la segunda con la tabla si funcionó, listo**

D- pero vea que si me están deslizando, si ve. Como es ese suelo y este?

DO- **ese es una baldosa lisa, este es una especie de baldosa que está dividida en varios cuadritos que simulan que está pegada cuadrado por cuadrado, osea que está rocosa**

D- Cuales eran las características de los bloques?

Todos- **eran de madera, rectángulos, se les añadían tela, caucho, lija**

D- cuales lanzaron y sobre qué superficies?

DO- **Los lanzamos todos, por el piso, por las grietas, por el plástico**

D- Bueno, ahora sí, continuemos. En cuales casos recorrió más espacio?

MF- en el del caucho

DO- En el del jabon, cuando estaba en el plástico con el JABÓN (todos), Lo concentramos en una una parte

MF- **En la baldosa también**

D-qué pasaría si el plano fuera completamente liso?

MG- se va derecho

DO- Recorrería un poco más

MG- **Pero si lo tiramos... y eso depende de la fuerza con que lo lancemos**

#### **H. Construcción de explicaciones**

D- para caminar necesita moverse

Energía

**D- otra pregunta interesante es sobre la caja sobre las baldosas, asfalto y sobre el césped**

<p>Sobre el césped, porque hay mucho hueco</p> <p>Sobre el asfalto, porque tiene una superficie más rocosa que al ud mover se va atorando en el viaje así (muestra con los pies tocando una ranura entre dos baldosa) entonces dificulta más la movilidad...</p> <p>Y entonces en la baldosa se moviliza mas fácilmente</p> <p>El la baldosa y el césped se desliza mas fácil cuando están mojados</p>
<p>D- y por qué?</p> <p>Por las rodillas...</p> <p>Porque el tenis se juega en pavimento...</p> <p>Y los taches hacen una fuerza al impacto...</p> <p>Los taches se utilizan en el futbol para para y que no se caiga, ... para que haga fuerza</p>
<p>D- y por qué tienen más fuerza?</p> <p>JR- porque los otros son más altos</p> <p>JL- mentiras, porque los otros también pueden hacer más fuerza, depende de su nivel de resistencia, por que una persona que entrena todos los días puede ser más fuerte y resistir más (lo dice como si fuera en extremo obvio)</p>
<p>D- Cómo así que más peso diferente?</p> <p>DO- Sii, tene el peso diferente el grupo B, ose la masa</p> <p>MG- como nosotros tenemos tanto peso entonces nos pisamos así (hace referencia a la tracción)</p> <p>DO- claro, porque con el peso ud empuja hacia un lado</p>
<p>D- que hacer para que los chiquitos ganen y los gran....</p> <p>Todos- ponerle esto como patines para que los grandes se deslicen y nosotros tenemos más posibilidades de llegar (se refiere a ganar)</p> <p>D- ud ya les dijo la idea?</p> <p>DO- no me quieren escuchar</p> <p>D- escuchemoslo</p> <p>DO- vea, ponemos estos aquí (tubos y tablas a modo de panín), los ponemos a ustedes, ustedes</p>

<p>no van a tener tanta posibilidad, nosotros los halamos y uds se van a lisar</p>
<p>D- qué deben hacer para cambiar el resultado</p> <p>DO- el equipo A, osea los grandes, se deslizó y no pudo ganarle</p>
<p>D- entonces que fue lo que vieron con la tabla y los tubos?</p> <p>DO- que así hay más posibilidad que se deslice la persona, pero también hay posibilidad que no, haciéndola para el otro lado (oponiéndose al halón)</p>
<p>D- cuando cruzas la calle es importante mirar para ambos lados porque se corre el riesgo de ser atropellado, qué tipo de vehículo te podría hacer más daño? Por qué?</p> <p>MH- por ejemplo a veces en la calle transita la volqueta o la mula,...</p> <p>MG- lo puede matar a uno porque lo tira todo pa' riba</p> <p>MH- te impactó, pero bueno, frenó y el impacto hizo presión y te levantó, te elevó y te alzó... El carro tiene más peso</p> <p>MG- la volqueta y la mula, porque tienen más peso</p> <p>MH- en la calle es como si nosotros fuéramos el grupo B (pesados), y el carro el grupo A, entonces como tiene más peso nos puede atropellar</p>
<p>D- y por qué creen?</p> <p>DO- Porque le jabón lo desliza, entonces, como él tiene una velocidad, entonces el jabón lo que hace es que lo frena, pero así con el plástico solo si dio más resultado</p> <p>D- Cómo era la velocidad del bloque de madera en el recorrido?</p> <p>DO- Pues la iba perdiendo a medida que iba recorriendo, (lo dice como si fuese obvio), claro que cuando iba con el jabón la perdía más rápido</p>
<p>D-qué pasaría si el plano fuera completamente liso?</p> <p>MG- se va derecho</p> <p>DO- Recorrería un poco más</p>
<p>D- osea..</p> <p>DO- poquito</p> <p>MG- eso depende de la fuerza también, no tiene igual resultado</p>

D- entonces ustedes qué creen que al aceitar las llantas, osea, quitarle el óxido a las ruedas recorrería más o recorrería menos

DO- yo creo que recorrería igual, osea, igual que cuando no tenía el óxido (Se refiere a cuando tenía el óxido)

MF- ose más

DO- osea más que sin el óxido

D-Cuál es la labor del obstáculo

MG- frenarlo

MF- o hacerlo parar

DO- pero depende, el obstáculo debe estar adherido a la misma en la que se está transportando

MG- pero un obstáculo tan grande... tiene ue tener digamos que más fuerza. Porque digamos que pongo acá varia plumas como obstáculo, lo tiro con suficiente fuerza sigue derecho;. En cambio si yo pongo una barrera así como digamos una baldosa, aquí parada (señala un punto en el piso que representa una parte de la trayectoria de la supuesta locomotora).

DO- digamos que estos son los rieles (señala con sus dedos la trayectoria)

D- supongamos, ud va en cicla y yo pingo una docena de cojines llenos de plumas?

MF- se para;

DO- me paro, pero si aumenta la cantidad

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3