



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE  
ESQUEMAS COMO PARTE DE LA  
CONCEPTUALIZACIÓN DE EQUILIBRIO  
MECÁNICO DESDE UNA PERSPECTIVA  
INTUITIVA**

Autor(es)

Jenny Alejandra Mendoza Copete

Carlos Mario Perdomo Ceballos

Jose Hernando Sosa García

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020



**Acercamiento a la construcción de esquema como parte de la conceptualización de  
equilibrio mecánico desde una perspectiva intuitiva**

**Jenny Alejandra Mendoza Copete**

**Carlos Mario Perdomo Ceballos**

**Jose Hernando Sosa García**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Licenciados en Matemáticas y Física**

Asesores (a):

Dr. René Alejandro Londoño Cano

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020

## Tabla de Contenido

Resumen .....	1
CAPÍTULO 1. Contextualización del estudio .....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Planteamiento.....	4
1.2.1 Formulación del problema.....	4
1.2.2 Pregunta de investigación.....	5
1.2.3 Objeto de estudio.....	5
1.2.4 Concepto físico.....	5
1.3Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Antecedentes.....	6
1.4.1 Acerca de la intuición.....	6
1.4.2 Acerca de los campos conceptuales.....	9
1.4.3 Acerca del equilibrio mecánico.....	10
CAPÍTULO 2. Marco Referencial.....	13
2.1 Marco contextual.....	13
2.1.1 Contexto de la institución.....	13
2.1.2 Origen de los INEM.....	15
2.1.3 Identificación de la población.....	16
2.1.4 Propuesta formativa.....	16
2.2 Marco legal.....	19
2.2.1 En relación a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA).....	19
2.2.2 En relación a los Lineamientos Curriculares.....	20
2.2.3 En relación a los Estándares Básicos de Competencias (EBC).....	21
2.3 Marco Teórico.....	22
2.3.1 Intuición.....	22
2.3.2 Campos conceptuales.....	25
2.3.3 Concepto Mach- Vergnaud.....	27
CAPÍTULO 3. Marco metodológico .....	31
3.1 Enfoque y método.....	32
3.2 Momentos del trabajo de campo.....	34
3.3 Población.....	34
3.4 Instrumentos.....	35
3.4.1 Entrevista inicial.....	37
3.4.2 Fase de experimentación.....	37
3.5 Recolección de la información.....	38
3.6 Validación de los instrumentos.....	38

CAPÍTULO 4. Análisis de la información .....	40
4.1 Unidades de Análisis y categorías.....	40
4.2 Fases en el trabajo de campo en correspondencia con las categorías.....	42
4.2.1 Entrevista inicial.....	42
4.2.2. Aplicación de los instrumentos.....	44
4.3 Codificación y análisis de los datos .....	50
CAPÍTULO 5. Conclusiones .....	80
5.1 Consecución de los objetivos.....	80
5.2 Nuevas perspectivas.....	83
5.3 Futuras líneas de investigación.....	83
Referencias bibliográficas .....	85
ANEXOS .....	87
Anexo 1. Entrevista inicial.....	87
Anexo 2. Experimento “Palo de escoba”.....	88
Anexo 3. Experimento “Equilibrio mecánico”.....	89
Anexo 4. Experimento “Equilibrio de latas”.....	92
Anexo 5. Preguntas orientadoras en fase de experimentación.....	95
Estudiante 1. ....	95
Estudiante 2. ....	96
Estudiante 3. ....	97

## Resumen

En este trabajo se pretende analizar cómo la intuición influye en la construcción de esquemas como parte de la conceptualización de equilibrio mecánico en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo. Para esto, nos basamos en la teoría psicológica cognitivista de los campos conceptuales de Vergnaud, puesto que, es un referente teórico para el aprendizaje e investigación en el área de las ciencias que otorga la importancia y prioridad que tiene la conceptualización en la cognición y brinda la posibilidad de realizar un análisis de las dificultades en los estudiantes, en otras palabras, nos permite indagar por lo que pasa dentro del aula a diferencia de otras teorías.

Actualmente, la ciencia cuenta con grandes estándares de rigurosidad y poco se concibe en ella la intuición, a pesar de la importancia que ha tenido históricamente. El equilibrio mecánico es uno de los temas que está presente en la cotidianidad de las personas, y hoy en día es común que los estudiantes terminen con una concepción errónea de éste, dificultando así su proceso de aprendizaje, por lo que dicha conceptualización se ve como algo de suma importancia.

Palabras clave: Intuición, Esquema, Conceptualización, Equilibrio Mecánico.

## CAPÍTULO 1. Contextualización del estudio

### 1.1 Introducción

Desde los albores de la humanidad, el hombre ha dependido de la intuición directa o indirectamente para sobrevivir, desde salir a cazar para conseguir los alimentos, hasta el desarrollo de armas para tal fin y la construcción de vivienda para protegerse. Por su significado, se puede confundir la intuición con el instinto, puesto que en la raíz de estas palabras se entienden como sinónimos, sin embargo, para comenzar a hablar de la intuición hay que partir de la comprensión básica del término.

La Real Academia Española (RAE, 2019) define la intuición como la capacidad de comprender las cosas instantáneamente, sin necesidad de razonamiento, como un simple presentimiento, e incluso, la llama *percepción íntima e instantánea* de una idea o una verdad que aparece como evidente a quien la tiene.

En principio, podría decirse que el inicio del conocimiento se da de manera intuitiva, partiendo de incógnitas y dudas que son abstraídas a partir del mundo real. Estas ideas vacías de saber teórico funcionan como cimientos para construir un conocimiento más estructurado y definido, sin embargo, hoy en día es posible encontrar una variedad de estudios y definiciones sobre la intuición en muchos campos de estudio como lo son la filosofía, la psicología y la ciencia.

Desde la psicología se hace un estudio en el cual Casas (2013) concluye que:

La comprensión de la esencia de la creatividad depende de la interpretación del papel que desempeñan, y el lugar que ocupan las formas inconscientes del reflejo, con las que se relacionan la imaginación y la intuición, entre otros procesos mentales (p. 24).

Esta idea otorga relevancia a la intuición en el proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta los procesos previos adquiridos por la experiencia y guardados en el subconsciente para continuar o reiniciar los ciclos de nuevas experiencias de aprendizajes.

La intuición también ha jugado un papel importante en el desarrollo de la ciencia y para quienes han confiado en ese “instinto” a través de la historia, pues los principales descubrimientos han sido posibles a partir de una teoría o un resultado en los que siempre hay que escudriñar algo más; la intuición ha estado presente en lo que hace falta por profundizar o analizar en un fenómeno desde otras perspectivas en las que se han dado pasos importantes para nuevos resultados y aprendizajes de la ciencia. Ese instinto o presentimiento no es más que la intuición que le dice al individuo que vaya un poco más allá.

En la historia de la ciencia son incontables los casos en los que investigadores, a raíz de todo su conocimiento previo, comienzan un estudio a partir de lo dictaminado por su intuición, y aplicando el método científico con todo el rigor del caso, han logrado resultados excepcionales. Un caso que se puede nombrar, entre muchos otros, es el de Newton y el estudio de la caída de los cuerpos; la humanidad ha sido testigo de la caída de los cuerpos desde su existencia, pero sólo fue Newton quien se hizo la pregunta e intentó dar una explicación razonable desde la ciencia, aplicando métodos y modelos científicos para llegar a la teoría que hoy es conocida.

A pesar de que el método científico nos provee un orden y unas acciones a ejecutar en una investigación y sin importar el recorrido que tenga un investigador, llevarlo a cabo de manera ortodoxa, no es garantía para lograr un descubrimiento o desarrollo revolucionario en la investigación, ya que la pregunta inicial no depende del método sino del investigador que se hace la pregunta y se arriesga a dar una respuesta.

Desde que nace, el humano se guía por instinto para percibir el mundo que lo rodea a través de los sentidos y para poder sobrevivir. A medida que desarrolla sus capacidades, va haciendo uso de sus experiencias previas y mejora su comunicación aprendiendo el idioma y haciéndose preguntas para construir una mejor comprensión de su entorno. Todo esto, se debe gracias a una serie de procesos que ocurren en el cerebro humano y de los cuales la ciencia conoce algunos, mientras que otros aún son un enigma.

Es esa intuición lo que permite al ser humano crear y desarrollar la concepción del mundo que lo rodea, un proceso intuitivo que facilita ir más allá de la simple supervivencia. Por esto, es factible pensar en la importancia que tiene la intuición en el proceso de aprendizaje.

Se propone entonces realizar un análisis de cómo la intuición se ve inmersa en el proceso de conceptualización del equilibrio mecánico, mediante actividades no convencionales que puedan facilitar la conceptualización en los estudiantes.

## **1.2 Planteamiento**

### **1.2.1 Formulación del problema.**

En los estudiantes de grado décimo, que pasan por una enseñanza sistemática de conceptos físicos, se resta importancia a las apreciaciones intuitivas que poseen sobre el equilibrio mecánico, las cuales pueden verse implicadas a la hora de conceptualizar el mismo;

por esto, se hace necesario resaltar la influencia que pueda tener o no la intuición a la hora de conceptualizarlo.

### **1.2.2 Pregunta de investigación.**

¿Cómo influye la intuición en la construcción de esquemas como parte de la conceptualización del equilibrio mecánico que realizan estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo?

### **1.2.3 Objeto de estudio.**

La intuición en la conceptualización en física.

### **1.2.4 Concepto físico.**

Equilibrio mecánico.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Identificar cómo influye la intuición en la construcción de esquemas como parte de la conceptualización del equilibrio mecánico por parte de estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Explorar los conocimientos intuitivos sobre equilibrio mecánico que poseen los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo.

- Relacionar los conceptos intuitivos de los estudiantes con fenómenos físicos de la cotidianidad.
- Analizar los conocimientos sobre equilibrio mecánico obtenidos por estudiantes del grado décimo de la institución educativa INEM José Félix de Restrepo.

## **1.4 Antecedentes**

El estudio de la intuición en las ciencias y en la educación no es un campo nuevo de abordar, es algo que con anterioridad ha sido trabajado por múltiples autores desde diferentes campos sociales y científicos.

A continuación, se presentarán algunas investigaciones, trabajos de grado, entre otros textos que son relevantes para el desarrollo del presente trabajo, ya que contienen indagaciones previas acerca de la intuición, la conceptualización y el equilibrio mecánico desde diferentes perspectivas, posturas y opiniones que permiten vislumbrar hasta dónde se ha avanzado en estos temas en el ámbito de la educación en Ciencias. Tales antecedentes se convierten en el punto de partida y base teórica para realizar la disertación presentada en este trabajo de grado.

### **1.4.1 Acerca de la intuición.**

La intuición ha sido objeto de estudio en varios campos del conocimiento por múltiples pensadores a través de la historia de la humanidad. A continuación, se relacionan varios

ejemplos en los que los autores defienden la idea de que la intuición tiene suma importancia en el desarrollo de las investigaciones en distintas áreas, ya que las ideas a investigar nacen principalmente de la intuición y han surgido de acuerdo con lo que ésta ha permitido inferir a determinados científicos o investigadores en un momento específico.

Bacon (como se citó en Espinoza, 2016) establece que antes de aplicar el método científico para desarrollar teorías, se desarrolla primero la intuición, que es donde se incuban las ideas primarias de las cuales nacen los resultados científicos. Esto indica que Bacon pensó en la importancia que tiene la intuición en la ciencia y, desde un punto de vista filosófico, da un soporte teórico a otras teorías sobre la intuición que se verán más adelante. En este sentido, afirma que:

Teniendo en cuenta estas consideraciones, podemos deducir que no podrá haber conocimiento científico de las premisas primeras, excepto las propuestas por la intuición, nada será más verdadero que el conocimiento científico, la intuición será encargada de aprehender las premisas primeras, conclusión que emana del hecho que la demostración no puede ser la fuente originaria de la demostración no más que el conocimiento científico no puede ser la fuente del conocimiento científico (p. 267).

Rosenblueth (como se citó en Almanza, 1997) va más allá y explica que “también son esencialmente intuitivos la formulación de la hipótesis de trabajo, la selección del método experimental y la construcción final de la teoría” (p. 59). Lo que da a entender que la intuición no es sólo importante a la hora de pensar una idea para su estudio o investigación, sino que también juega un papel importante en todo el proceso de estudio y desarrollo de una idea

científica hasta la etapa final de creación de nuevas teorías.

Además, éstos no han sido los únicos que se han atrevido a hablar sobre la intuición. Según Almanza (1997) “a mediados del presente siglo, con el desarrollo de la psicología genética de Jean Piaget, se empieza a configurar un marco de conocimiento que permite ubicar en él a la intuición como un proceso objetivo” (p. 59). Para Piaget, la intuición hace parte fundamental del desarrollo mental de las personas en la primera infancia y de allí la importancia para, a futuro, adquirir nuevos conocimientos y lenguajes. Este desarrollo de la intuición a temprana edad es importante para Piaget, debido a que los procesos de maduración de la personalidad se benefician en gran medida dado que la intuición puede guiar a la persona hacia nuevos senderos de investigación que no son proporcionados por los resultados teóricos necesariamente.

Por su parte, Poincaré (1907) se refiere a la intuición, esta vez en la matemática, y le da un papel importante al desarrollo de las teorías en este sentido, pero sobre todo aclara que el hecho de saber toda la teoría de memoria y aplicar la lógica matemática en todo su rigor, no es garantía de nuevos descubrimientos, si no se tiene desarrollada una intuición que los lleve más allá haciéndose nuevas preguntas. afirmando que:

Y hay quienes, en fin, poseerán en mayor o menor grado la intuición especial a la que me estoy refiriendo; éstos, no solo entenderán las matemáticas, aunque su memoria no tenga nada de extraordinario, sino que podrán crearlas, esforzándose por inventar, empeño en el que tendrán más o menos éxito según esté desarrollada su intuición.

### 1.4.2 Acerca de los campos conceptuales.

La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud es una corriente psicológica cognitivista y un referente teórico para la enseñanza e investigación en el área de las ciencias. Esta corriente enfatiza la importancia y prioridad que tiene la conceptualización en la cognición; para el desarrollo de esta se trabaja en los conceptos, esquemas, situaciones, entre otros; se puede decir que son los primeros pasos para la conceptualización de un término en el área de las ciencias.

De acuerdo con Moreira (como se citó en Gutiérrez, Arrieta y Meleán, 2012) “Vergnaud enfatiza en que el estudio de un campo conceptual incluye identificar y clasificar situaciones, coleccionar datos sobre procedimientos y otras formas a través de los cuales, los estudiantes manifiestan su raciocinio” (p. 23). Esto quiere decir que Vergnaud puntualiza en la importancia de lo real, es decir, de lo que ocurre dentro del aula a los estudiantes, lo que permite darse cuenta de las dificultades del aprendizaje de cualquier concepto físico.

Gutiérrez, Arrieta y Meleán (2012) explican que el dominio de los campos conceptuales requiere de tiempo, ya que estos conllevan progresos y retrocesos. Esto se debe a que el conocimiento está organizado en campos conceptuales, los cuales tienen muchos conceptos que se van adquiriendo con la experiencia, madurez y aprendizaje de los sujetos.

Sintetizando, la publicación realizada por Gutiérrez et al. (2012) es un análisis de diversos trabajos investigativos en enseñanza de la física, que nos ayudan a tener una comprensión más amplia y detallada del trabajo de Vergnaud y su importancia en la enseñanza e investigación de la física, además, nos brinda parámetros para la conceptualización del término de equilibrio mecánico en el aula y los efectos que se pretenden analizar.

Muchos otros estudios en la revisión de la literatura podríamos citar en el presente trabajo, bajo los cuales se destaca y argumenta la apropiación, valoración y efectividad que la teoría de los campos conceptuales ha evidenciado en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en particular, mediante el uso de lo que la teoría denomina *esquema*, refiriéndose a la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones, que según Piaget (como se citó en Moreira, 2009), da cuenta tanto de las formas de organización como de las habilidades sensorio-motoras e intelectuales. Pero la pregunta que suscita e inspira el presente trabajo es: ¿Existe alguna investigación que dé cuenta de una posible influencia que la intuición pueda tener en la construcción de esquemas para un concepto, en el contexto de la teoría de los campos conceptuales? La respuesta es que la revisión de la literatura arroja un resultado negativo para el interrogante, sin embargo, la teoría sí considera la importancia de los conocimientos previos que posee el aprendiz y que provienen de las primeras situaciones que somos capaces de dominar o de nuestra experiencia cuando está sujeta a modificaciones, en función de tales situaciones, resaltando que el sujeto es un sistema dinámico con mecanismos reguladores capaces de asegurar su propio progreso cognitivo a través de avances y retrocesos. Pero la intuición que aquí consideramos, va más allá de los meros conocimientos previos o quizás errados, es la forma de aprehensión sujeta a la relación de conocimientos científicos y empíricos que constituyen el *conocimiento intuitivo*, lo que se constituye en el objeto de estudio para la construcción de esquemas en la conceptualización del equilibrio mecánico. Es en este marco conceptual en el que desarrollaremos el presente trabajo.

### **1.4.3 Acerca del equilibrio mecánico.**

El concepto de equilibrio mecánico ha sido importante desde antaño ya que fue fundamental para la evolución del hombre y su cultura en la implementación del transporte, la construcción, las herramientas y demás necesidades primarias.

Hoy en día, sigue siendo de gran importancia y relevancia para la enseñanza y el aprendizaje en diferentes disciplinas del saber, razón por la cual Covalada, Moreira y Caballero (2005) señalan que “la concepción de equilibrio mecánico, al igual que la de sistema, es una construcción que tiene carácter transdisciplinar y su uso resulta ser muy familiar en las distintas actividades y disciplinas” (introducción, párr. 8). El concepto de equilibrio ha sido tema fundamental en diversas áreas disciplinares, tanto así que cuando hablamos de éste, estamos haciendo referencia a una amplia gama de conceptos, ya que, según la Real Academia de la Lengua Española-RAE, hay más de doce definiciones de equilibrio haciendo referencia a la química, a los deportes, a la física, entre otras áreas del conocimiento.

Covalada et al. (2005) aseguran que “su significado en las ciencias y, en particular en la física, tiene connotaciones muy precisas cuya comprensión podría ser obstaculizada por interpretaciones ligadas a otras fuentes y usos del concepto de equilibrio en el día a día” (introducción, párr. 8). Esto da a entender que el concepto físico de equilibrio mecánico tiene una afinada y cercana relación con el diario vivir, por esta razón, se da mayor relevancia a los procesos de aprendizaje que se dan de forma intuitiva, ya que esto implica que los estudiantes traigan consigo conceptos previos de equilibrio, sin embargo, otros autores como Ceron (2014) enfatizan que: “el estar familiarizado con situaciones donde está presente el comportamiento mecánico de torque es ciertamente una ventaja, para acercarlos al concepto formal que da la Física” (p. 20).

Esto quiere decir que Ceron es consciente del medio; además, abre la posibilidad de

trabajar el concepto de forma intuitiva, ya que las preconcepciones son difíciles de evitar puesto que los conceptos de equilibrio están inmersos en el mundo. Los estudiantes inconscientemente están familiarizados con estos conceptos ya que, en su cotidianidad, están siendo aplicados en juegos como el sube y baja, deportes como el ciclismo, e incluso, acciones repetitivas como abrir una puerta, entre otras.

Además, Covalada et al. (2005) realizan una investigación basada en los campos conceptuales de Vergnaud y el aprendizaje significativo de Ausubel, lo que nos brinda la posibilidad de ampliar la conceptualización del equilibrio mecánico, no obstante, no se comprende la intuición como parte del aprendizaje en las ciencias. Desde otra perspectiva, tenemos a Ceron, quien realiza una propuesta didáctica donde se comprende el concepto de equilibrio mecánico desde la intuición. A pesar de que en esta propuesta no conceptualiza el término, brinda la posibilidad de tener una visión más amplia de la intuición en el proceso de aprendizaje del concepto de equilibrio mecánico.

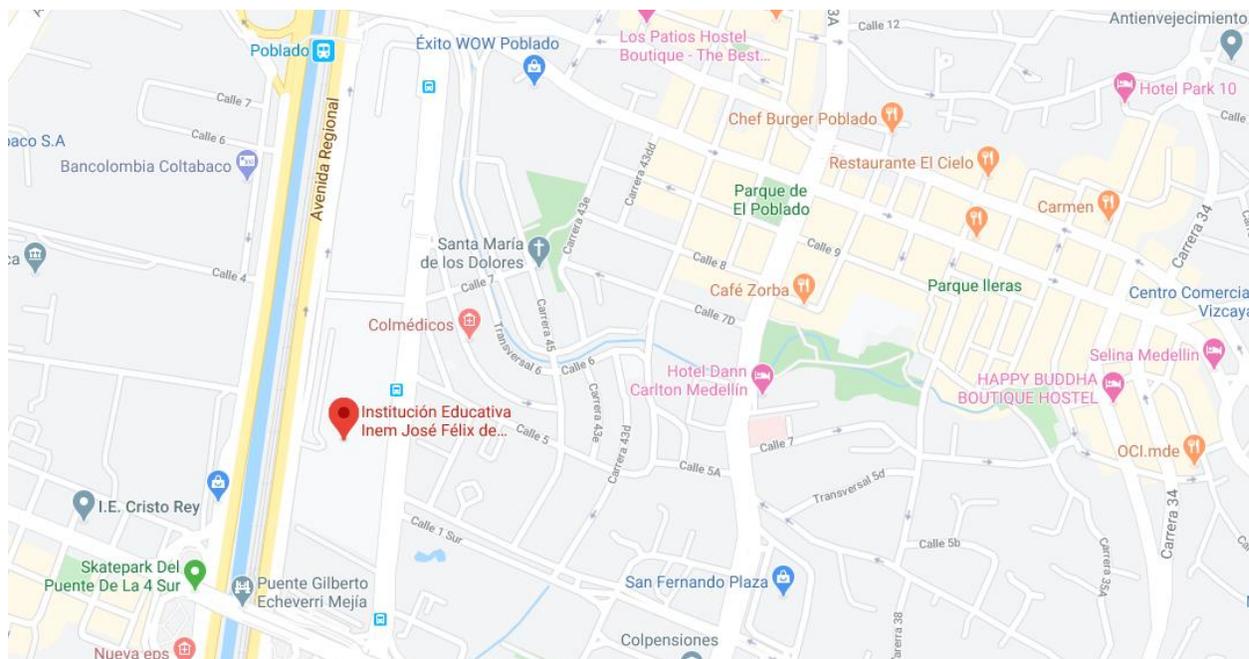
## **CAPÍTULO 2. Marco Referencial**

### **2.1 Marco contextual**

El presente trabajo investigativo tiene lugar en la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, Institución Educativa de carácter público ubicada en la ciudad de Medellín, barrio El Poblado, entre la Universidad EAFIT y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. El trabajo práctico fue realizado con algunos estudiantes del grado décimo.

#### **2.1.1 Contexto de la institución.**

La Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo se encuentra ubicada en el barrio Patio Bonito, perteneciente a la Comuna 14 del municipio de Medellín, en la Carrera 48 N° 1 - 125, sector de estrato seis (6). Limita al norte sobre la Calle 7, con la Institución de Educación Superior Politécnico Jaime Isaza Cadavid y al sur, sobre la carrera 48 con la urbanización Vegas del Poblado. Esta sede cuenta con una extensión de aproximadamente 62.219 m<sup>2</sup>. (Municipio de Medellín, 2011).



**Figura 1: Ubicación de la Institución Educativa José Félix de Restrepo en la ciudad.**

La Institución Educativa ha tomado por misión, la prestación de servicios de educación formal en los niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, Media Técnica y Media Académica. Para esto, se cuenta con una propuesta curricular diversificada, flexible y abierta a la innovación pedagógica, lo cual propicia la formación integral de sus estudiantes fundamentada en valores, en la conservación ambiental, aprender a ser, a conocer, a hacer y a convivir dentro de un contexto de participación democrática y de trabajo colaborativo. Se busca entonces que el egresado tenga la posibilidad de continuar su proceso formativo en la educación terciaria, vincularse al mundo del trabajo o generar opciones de auto sostenimiento mediante proyectos de emprendimiento.

La Institución Educativa se perfilará, según su visión, como un escenario educativo de alta calidad y centro de apropiación técnica en el área metropolitana del Valle de Aburrá, que involucra la investigación escolar en los procesos educativos de los niveles mencionados

anteriormente. De esta manera, desde la investigación, la formación académica y humana y la apropiación tecnológica, formará integralmente ciudadanos autónomos, críticos, creativos, democráticos y comprometidos con el medio ambiente, además de valorar el saber científico, social y cultural.

### **2.1.2 Origen de los INEM.**

El Instituto de Educación Media Diversificada José Félix de Restrepo, (ahora INEM José Félix de Restrepo) es una institución educativa de carácter oficial, fundada en el año 1970, en reunión con la UNESCO, donde surge la iniciativa de dar respuesta a la necesidad de formar nuevas visiones sociales, creando así los INEM con el propósito de ofrecer una formación técnica diversificada. Este programa de educación media diversificada se realizó a través de los INEM, siendo así una de las experiencias más significativas que se haya dado en el país y una de las más trascendentales en cuanto a educación media se refiere.

En el año 1967, y con el fin de dar respuesta a una serie de preguntas en torno a la educación media, se formó un grupo pedagógico en el cual hubo participación de educadores, arquitectos e ingenieros, con el fin de diseñar y establecer las necesidades específicas educativas, lo que sirvió como base posterior para la creación y la infraestructura física de los INEM.

Siendo el presidente de turno, el doctor Carlos Lleras Restrepo, junto con el Ministerio de Educación, se crea el 20 de noviembre de 1969, bajo el decreto 1962, el proyecto de Educación Media Diversificada INEM.

Dicho proyecto comenzaría a funcionar a partir de marzo de 1970 por el decreto 363,

inicialmente en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Medellín, Montería, Pasto y Santa Marta.

### **2.1.3 Identificación de la población.**

La Institución Educativa cuenta con los niveles de formación Preescolar y Básica Primaria en la sede INEM Guillermo Echavarría Misas, ubicada en la Carrera 43B, N° 9-61 en el parque del Poblado de la ciudad de Medellín. Atiende una población aproximada de 300 estudiantes, mientras que los niveles de Básica Secundaria, Media Técnica y Media Diversificada se ofrecen en la sede principal de la Institución atendiendo una población de aproximadamente 4500 estudiantes.

Por ser de carácter oficial, la institución atiende una población de diferentes estratos socioeconómicos del Valle de Aburrá.

### **2.1.4 Propuesta formativa.**

La Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo agrupa los grados de los diferentes niveles de educación de la siguiente manera:

#### **Rotación Vocacional**

A este periodo de rotación pertenecen los grados sexto y séptimo. En él, los estudiantes

rotan por cada uno de los cuatros periodos académicos por las diferentes ramas (académica, comercial, industrial y promoción social) en un orden aleatorio. Al finalizar el ciclo rotacional en el grado séptimo, los estudiantes eligen una rama a la cual desean pertenecer y son promovidos a ésta según los resultados obtenidos de acuerdo a las habilidades e intereses manifestados y a la disponibilidad de cupos. Cabe mencionar, que, durante las cuatro rotaciones por las diferentes ramas, los estudiantes también reciben clases de Artes.

### Exploración Vocacional (Ramas)

A este periodo de exploración pertenecen los grados octavo y noveno. En este periodo, los estudiantes dejan de rotar por las diferentes ramas especializándose solamente en una de ellas. Allí, los estudiantes reciben clases especializadas en las diferentes modalidades de la rama elegida antes de iniciar el ciclo de orientación.

### Orientación Vocacional (Modalidades)

A este periodo de orientación pertenecen los estudiantes de grado décimo y undécimo. Cada una de las ramas mencionadas anteriormente posee una serie de especialidades específicas o modalidades, las cuales deben ser elegidas por los estudiantes antes de ser promovidos al grado décimo, excepto por las especialidades de Artes, en las cuales el ciclo de orientación vocacional se inicia en el grado noveno.

#### *Tabla 1*

Distribución de especialidades en cada rama

Artes	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Artes plásticas (basada en la pintura y la escultura)</li> <li>● Música</li> </ul>
Académica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Humanidades con énfasis en comunicaciones</li> <li>● Humanidades con énfasis en inglés</li> <li>● Ciencias y matemáticas</li> <li>● Procesos matemáticos</li> <li>● Química industrial</li> <li>● Redes de datos</li> <li>● Sistemas informacionales</li> <li>● Programación</li> <li>● Deportes</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Construcciones civiles</li> <li>● Diseño (subdividido en productos, marroquinería y modas)</li> <li>● Electricidad</li> <li>● Mecatrónica</li> <li>● Metalistería</li> <li>● Electrónica</li> </ul>
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Administración comercial</li> <li>● Contabilidad</li> </ul>
Promoción Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gestión social</li> <li>● Gastronomía</li> <li>● Recursos humanos</li> </ul>

## **2.2 Marco legal**

La normativa para la realización del trabajo contempla los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y Estándares Básicos de Competencias (EBC) correspondientes al grado décimo establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), además del Manual de Convivencia Escolar Institucional y el Sistema Institucional de Evaluación de los Estudiantes-SIEE de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo.

### **2.2.1 En relación a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA).**

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) define los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) como un conjunto de aprendizajes estructurantes que construyen los estudiantes a través de las interacciones que establecen con el mundo y por medio de experiencias y ambientes pedagógicos en los que está presente el juego, las expresiones artísticas, la exploración del medio y la literatura.

Partiendo de la idea que postula que los niños y niñas construyen su identidad en relación con los otros, que son comunicadores activos de sus ideas, sentimientos y emociones y que disfrutan aprender y explorar el mundo para comprenderlo y construirlo, los DBA proponen múltiples maneras de cumplir estos objetivos, según el contexto y la cultura en la que ellos están inmersos.

Los DBA se organizan de manera que guarden coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias. La importancia de éstos radica en que

plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año, con el fin de que los estudiantes alcancen los estándares básicos de competencias planteados para cada uno de los grados.

Algunos de los DBA para grado décimo, en el área de Ciencias Naturales, que están en correspondencia con esta investigación son:

1. “Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.”
2. “Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte.”

### **2.2.2 En relación a los Lineamientos Curriculares.**

Por su parte, los Lineamientos Curriculares para el área de Ciencias Naturales y educación ambiental, tienen como propósito:

Señalar horizontes deseables que se refieren a aspectos fundamentales y que permiten ampliar la comprensión del papel del área de la formación integral de las personas, revisar tendencias actuales en la enseñanza y aprendizaje y establecer su relación con los logros e indicadores para los diferentes niveles de educación formal. (Ministerio de Educación Nacional – MEN, 2016).

### 2.2.3 En relación a los Estándares Básicos de Competencias (EBC).

Los Estándares Básicos de Competencias (EBC) pretenden establecer un camino hacia lo que los niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer en la escuela, además de entender el aporte de las Ciencias Naturales a la comprensión del mundo que los rodea; por esto, los EBC buscan que los estudiantes:

- Comprendan los conceptos y formas de proceder en las diferentes Ciencias Naturales (biología, física, química, astronomía, geografía...) para entender el universo.
- Asuman compromisos personales a medida que avanzan en la comprensión de las Ciencias Naturales.
- Comprenden los conocimientos y métodos que usan los científicos para buscar conocimientos y compromisos que adquieran al hacerlo.

Además, los EBC establecen que un científico natural posee características como:

- Enfrentar preguntas y problemas, con base en esto conoce y produce.
- Vivir procesos de búsqueda e indagación para aproximarse a solucionarlos.
- Considerar muchos puntos de vista sobre el mismo problema o pregunta y se enfrenta a la necesidad de comunicar a otras personas sus experiencias, hallazgos y conclusiones.
- Confrontar resultados con los de los demás.
- Responder por sus acciones, hallazgos, conclusiones y por las aplicaciones que se haga de ellos.

Algunos de los EBC más relevantes para esta investigación son:

- Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.
- Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto.

## 2.3 Marco Teórico

El siguiente marco teórico permite conocer y comprender los conceptos básicos necesarios para el desarrollo del trabajo investigativo, donde será necesario establecer los conceptos de: esquema, equilibrio mecánico, conceptualización e intuición.

### 2.3.1 Intuición.

La intuición ha sido un término polémico a lo largo de los años, tanto en la filosofía como en las Ciencias y otras áreas. No tiene un significado único para todos, sino que depende en gran medida de los diferentes puntos de vista o posturas y del tipo de investigación o análisis que se pretenda realizar.

Lo intuitivo presenta varias acepciones tales como la propuesta por Gómez (2000), quien establece que:

Intuitivo es opuesto a riguroso, Intuitivo significa visual, Intuitivo significa plausible o convincente, aún sin demostración, Intuitivo significa inspirado en un modelo físico, o en algunos ejemplos importantes de los procedimientos heurísticos, Intuitivo significa holístico o integrador, entendido como contrario a detallado o analítico (p. 30).

Siguiendo con lo anterior, se establece que la intuición no tiene una definición general para todos, sino que este concepto depende de las diferentes áreas del saber, y de la mirada que el investigador proponga. Para Fischbein (1987) por su parte, la intuición es una forma de conocimiento, más que un método para llegar al conocimiento.

No hay estrictamente una definición única, y se refiere a este concepto en el sentido de que son las ideas que las personas aceptan como ciertas porque les resultan evidentes por sí mismas, y no ven la necesidad de algún tipo de argumentación para aceptarlas (p. 129).

Adicionalmente, Fischbein (1987) propone que el conocimiento intuitivo debe poseer algunas características generales tales como ser autoevidente (ser explicativa por sí misma), poseer certeza intrínseca (ser aceptado como cierto), perseverancia (permanecer invariante en el tiempo), carácter coercitivo (descartar ideas contradictorias en los resultados), estatus de teoría (expresada en un modelo), debe tener un carácter extrapolable (información de la que proviene), globalidad (es el todo), y carácter implícito. Sin embargo, se establece que igual de importante a las anteriores características para la intuición, es la experiencia, afirmando que “La fuente básica del conocimiento intuitivo es la experiencia acumulada por una persona en

condiciones relativamente constantes” (p. 85).

Según Gómez (2000), para establecer claridad con el concepto de intuición, Fischbein propone también la siguiente clasificación de intuición en la cual relaciona este concepto con soluciones a problemas científicos. La clasificación se basa en que la intuición debe ser afirmadora, conjetural, anticipatoria y conclusiva. “... Prepararse para recibir la intuición, queremos indicar que en un primer momento hay que trabajar con los estudiantes las creencias que tienen sobre la intuición. La intuición es algo más que una corazonada o confiar en los instintos”.

Básicamente, el objeto de estas clasificaciones es que la persona que realiza la investigación pueda realizar una distinción entre la intuición y los sentimientos, entre lo que la persona cree y lo que la intuición le insinúa.

Ahora bien, se debe comprender que la ciencia surge de las sensaciones, es decir, la ciencia nace a raíz de la necesidad de organizar lo que percibimos como seres humanos, fenómenos que se pueden observar, escuchar, tocar, etc. Las respuestas a estas necesidades se dieron por medio de la intuición, cuando el hombre comenzó a construir, cazar, sembrar, cuestionar u organizar su conocimiento, entre otras cosas; como ejemplos, tenemos al hombre medieval, que por la necesidad de resguardarse construyó casas; a personajes como Aristóteles quien intentó dar respuesta a los fenómenos que veía y escuchaba; al igual que lo hicieron Platón, Sócrates, entre otros grandes sabios de la historia. Los anteriores son algunos de los innumerables ejemplos que intentan explicar cómo el hombre acudió a su intuición. Por lo anterior, es necesario resaltar que “la intuición es más antigua y más sólidamente establecida que el pensamiento abstracto” (Mach, 1905, p.131). El autor afirma que la intuición es una de las primeras “herramientas” que el hombre utilizó para resolver en un principio sus necesidades

y organizar sus pensamientos y conocimientos, ya que fueron los sentidos los que han proporcionado al hombre las bases para su aprendizaje, sin embargo, el pensamiento abstracto es una forma joven por así decirlo, de estructurar o hacer ciencia, puntualmente física. Esto no quiere decir que algunas de estas formas son malas o buenas, sino que es importante reconocer la relevancia que tiene la intuición, ya que la mayor parte de las bases científicas que tenemos en la actualidad, están fundamentadas en un conocimiento antiguo e intuitivo.

Además, “es el objeto de la intuición quien da nacimiento a las primeras representaciones, nítidas, a los primeros conceptos, a las primeras operaciones del pensamiento” (Mach, 1905, p.131). El autor reafirma la antigüedad de la intuición y asegura que es por esta que surgen las primeras representaciones, conceptos y operaciones del pensamiento, ya que el hombre en un principio para estructurar lo que pensaba o descubría no se basó en artilugios complicados si no que se guiaba según sus sensaciones.

### **2.3.2 Campos conceptuales.**

La conceptualización de un término en las aulas por parte de los estudiantes en las clases, no es una tarea fácil en el quehacer docente, particularmente cuando hablamos de la terminología específica de áreas como ciencias o matemáticas, debido en gran medida a que éstas han sido vistas como difíciles o complicadas de aprender. Los docentes no escatiman en esfuerzos para que los estudiantes logren tener una adecuada comprensión de las temáticas y situaciones que se dan en el aula, llegando a implementar comparativos o simulaciones de situaciones cotidianas en los estudiantes y así poder tener más familiaridad con los términos o conceptos.

Es por esto que el presente trabajo se apoya en una teoría cognitivista para la enseñanza de la ciencia y las matemáticas, que es susceptible de ser analizada en el campo de la enseñanza y el aprendizaje. Esta teoría tiene sus bases desde Piaget y Vygotsky, pero es reconstruida por el mismo Vergnaud (como se citó en Moreira, 2002), estableciendo el concepto de esquema. En este sentido afirma que:

No es, por lo tanto, una teoría de enseñanza de conceptos explícitos y formalizados. Se trata de una teoría psicológica del proceso de conceptualización de lo real que permite localizar y estudiar continuidades y rupturas entre conocimientos desde el punto de vista de su contenido conceptual (p. 2).

Es decir, esta teoría psicológica no se basa en conceptos ya estructurados o concretos, sino en los procesos de aprendizaje y desaprendizaje de conceptos que, además, están en lo real, en lo tangible y en lo que percibe cada sujeto por medio de los sentidos.

Para la teoría de los campos conceptuales, es fundamental tener en cuenta los conceptos de situación, esquema, entre otros, que se desarrollarán en el transcurso de este escrito.

El concepto de esquema es el principal en este trabajo y permitirá comprender la razón que explica la conceptualización como un proceso que no se da de manera rápida, debido a que este varía dependiendo de la madurez y experiencia de los sujetos, luego, no se pretende abarcar en su totalidad todos los elementos de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

Se define esquema como “...la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones” Vergnaud (como cito Moreira,2002, p. 6). Es decir, los esquemas se realizan para un tipo de situaciones donde es posible descubrir metas, submetas,

finalidades etc. en una actividad determinada que contengan secuencias de acción y posibilidad de inferencias.

Es importante resaltar que las situaciones para Vergnaud no se refieren a métodos o técnicas de enseñanza, más sí a la ejecución de tareas; además, en términos psicológicos, son las situaciones las que dan sentido al concepto, ya que por su variedad, los estudiantes aprenden y desaprenden, es decir, su conocimiento es moldeado mientras se enfrentan a diversas situaciones.

Sin embargo, son los esquemas que dan sentido a la situación, ya que dan cuenta de la organización mental o intelectual del individuo y son eficientes para cualquier situación.

Para Vergnaud, los esquemas se dividen en dos clases.

1. Clases de situaciones en las que el sujeto dispone – dentro de su repertorio, en un momento dado de su desarrollo y bajo ciertas circunstancias – de las competencias necesarias al tratamiento relativamente inmediato de la situación.
2. Clase de situaciones en las que el sujeto no dispone de todas las competencias necesarias, que le obligan a un tiempo de reflexión y exploración, a vacilaciones, a tentativas frustradas, llevando eventualmente al suceso o a un fracaso.  
(Vergnaud, como cito Moreira, 2002, p.8)

El concepto de esquema varía en ambos casos, en otras palabras, el concepto de esquema cambia según su clase. Para el primero, las conductas son estructuradas y organizadas; para la segunda, se realizan diferentes esquemas para determinada situación que pueden ser acomodados o reestructurados según las metas o finalidades que establezca el sujeto.

### **2.3.3 Concepto Mach- Vergnaud**

El concepto se define como un triplete que los denota como **(S, I, R)**, donde:

**S:** es un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto.

**I:** es un conjunto de invariantes (objetos, propiedades y relaciones).

**R:** es un conjunto de representaciones simbólicas (lenguaje natural, gráficos y diagramas, sentencias formales, etc.) Vergnaud (como cito Moreira, 2002, p.5).

Según el autor, **S** es el referente del concepto ya que da sentido a este, sin embargo, el sentido no está en las situaciones en sí mismas, ni en las representaciones simbólicas, ya que debe existir una relación entre sujetos, situaciones y significantes (representaciones) para que el concepto pueda tener un sentido.

Por lo anterior, los esquemas son los que dan sentido al concepto y se denotan (**I, R**); ambos son aspectos interactuantes de pensamiento según Vergnaud, el primero (**I**) es el significado del concepto y el segundo (**R**) es el significante que se refiere a las representaciones simbólicas.

Por otro lado, Mach explica que los conceptos se van forjando a través del tiempo, es decir, no pueden estar basados en hechos vagos e insignificantes, no es una formación instantánea, deben tener su historia. Según el autor, los seres humanos construyen los conceptos de la misma forma como lo hacen los animales desde los sentidos, con la diferencia de que los seres humanos cuentan con el lenguaje y la relación con otros, afirmando que no es una construcción individual.

Mach expone que “Los hombres, a quienes un concepto es menos familiar, por el uso de una palabra abstracta puede tener una representación intuitiva, que representa al concepto y hace sensible un aspecto importante y saliente” (Mach, 1905, p.118).

Es decir, cuando se trata de enseñar conceptos abstractos, se presenta dificultad en comprenderlos debido a que los sujetos se guían por las representaciones sensibles intuitivas, no

obstante, tienen fundamentos en las representaciones intuitivas, ya que se puede trasladar el concepto a situaciones de la vida diaria.

Ambos autores resaltan la importancia de las representaciones mentales, ya que con ayuda de esta se conciben los fenómenos de una forma más rápida y fácil. Dichas representaciones mentales son los esquemas que ya se tienen establecidos, según los conocimientos intuitivos que tiene un sujeto.

Esos conocimientos intuitivos y esquemas mentales van cambiando, modificándose a través del tiempo, las experiencias, los fracasos, etc., es decir, los conceptos se van formalizando, partiendo de los conocimientos intuitivos que ya se tenían establecidos.

“Tenemos nuestras representaciones en nuestra mano más fácilmente que los hechos físicos mismos y experimentamos con los pensamientos” (Mach, 1905, p.160). Según el autor, las representaciones se forjan a partir de las diferentes situaciones y variaciones del pensamiento, ya que permiten que tengamos una imagen clara de lo que se quiere lograr, pues no se puede materializar algo que no pasa por la mente. Al realizar esos experimentos mentales podemos recurrir a la experimentación física no solo para comprobar lo que se pensaba, sino para adquirir nuevas visiones, nuevas preguntas, y nuevas representaciones.

Por otro lado, es importante no confundir las representaciones con los hechos físicos, ya que las representaciones son la necesidad de un individuo para entender uno o varios conceptos que pasan por su mente, sin embargo, los hechos serían la necesidad intelectual del ser humano en conjunto, es decir, la necesidad de representar para otros en cuanto a la ampliación, reestructuración e indagación del conocimiento que ha recolectado la humanidad.

Para concluir, se debe puntualizar que son las situaciones las que dan sentido a los conceptos (**S, la realidad**) que se tornan significativos a través de múltiples situaciones, haciendo que el conocimiento de los sujetos varíe, adquiriendo un aprendizaje tanto explícito como implícito.

Ese aprendizaje es una representación de la realidad (**I, R**), la cual se infiere que es intuitiva, ya que para Vergnaud, la adquisición de conocimientos está determinada por los conocimientos previos del estudiante. Esas representaciones se pueden asociar a lo que hay en el mundo físico, lo que significa que gracias a eso se pueden representar las leyes de naturaleza según los sentidos: vista, olor, tacto etc. y así darles un significado y convertirlos en un concepto. Eso hace al concepto valioso, ya que permite representar y simbolizar el pensamiento de un individuo y convertirlo en un hecho para la humanidad.

### CAPÍTULO 3. Marco metodológico

El día 6 de marzo del año 2020 fue confirmado en la ciudad de Bogotá, el primer caso positivo de COVID-19, también conocido como la pandemia del *Síndrome Respiratorio Agudo Severo-SRAS-CoV-2*. Posteriormente, entre otros actos administrativos, por medio de la Circular 20 del 16 de marzo de 2020, se ordena la modificación del calendario académico por parte del Ministerio de Educación Nacional con el fin de interrumpir la presencialidad en las Instituciones Educativas de cualquier miembro de la comunidad y así propiciar el aislamiento preventivo obligatorio de todas las personas habitantes del país, conforme a lo dictaminado en diversos Decretos presidenciales que han prorrogado varios períodos de cuarentena.

Por lo anterior, se hace imposible realizar un trabajo de campo presencial con los estudiantes seleccionados para el trabajo de investigación. Es por esto que para llevar a cabo la metodología planteada se ha recurrido a la experimentación mental propuesta por Mettini (2018), quien afirma que es una práctica que juega un papel fundamental en los trabajos de Newton y Einstein, vinculándose incluso a grandes cambios conceptuales en el ámbito de la física (p. 73)

Los experimentos mentales permiten también explicar muchos de los fenómenos que nos rodean, por lo que puede ser una buena herramienta pedagógica a la hora de explicar la ciencia.

Por su parte, Brown (2011) establece que:

Aunque no proporciona una definición explícita de los experimentos mentales señala que comparten algunos rasgos comunes que nos permiten reconocerlos: son visualizables, no son meras consecuencias de una inferencia basada en una teoría, en ocasiones es imposible llevarlos a cabo como experimentos reales e involucran algún tipo de manipulación sobre la situación

imaginada dado que su narrativa compele al experimentador a introducir cambios en la situación y considerar cursos posibles de acción (p. 74).

La experimentación física es consecuencia de la experimentación mental, ya que esta última es previa y todo experimentador debe tener en sus pensamientos lo que quiere desarrollar para poder materializarlo y obtener resultados coherentes tanto en su parte mental como física.

Sin duda alguna, todos hemos realizado en algún momento de nuestras vidas un experimento mental, permitiéndonos así lograr una visualización de algún fenómeno natural, ya sea en la escuela o por la simple observación de fenómenos en la vida cotidiana. Estos experimentos mentales también han sido utilizados en la filosofía de la mente y las ciencias cognitivas para explicar muchos de sus resultados.

En conclusión, la experimentación mental es una herramienta útil para establecer algunos de los conocimientos previos de un sujeto en una situación determinada, lo que permite hacer un balance entre los conocimientos que el estudiante intuía y lo que ocurre en la realidad.

### **3.1 Enfoque y método**

La presente investigación se realiza en el marco de una metodología cualitativa, acompañada del método de estudio de caso instrumental, al cual se refiere Stake (1998) como la investigación cuyo interés no es aprender sobre otros casos, situaciones o bien un problema en general, sino analizar y aprender dicho caso en particular, lo cual se adapta a las pretensiones de

la presente investigación, lo que está en estrecha relación con la influencia de la intuición en la conceptualización. Lo anterior implica un reconocimiento a las cualidades, los conocimientos, las narraciones de las experiencias y las vivencias propias que permean la investigación.

De acuerdo a Stake (1998) los casos que son de interés en la educación y en los servicios sociales los constituyen, en su mayoría, personas y programas que en cierta forma se asemejan unos a otros y son únicos también. Nos interesan tanto por lo que tienen de único como por lo que tienen de común para comprenderlos.

De manera general, el presente trabajo está basado en la recolección de datos, tomados desde las perspectivas y experiencias de los participantes. Esto surge como algo fundamental para la investigación, debido a que de esta manera es posible analizar la incógnita primordial de la misma; ¿cómo influye la intuición en la conceptualización del equilibrio mecánico?

La recolección de datos puede surgir de las vivencias entre individuos o colectivos, lo que genera unos datos no estandarizados. Esto permite obtener una idea general sobre los conocimientos adquiridos por los estudiantes de la institución, además de la percepción de los mismos sobre los temas y actividades propuestas.

Todos los puntos expuestos anteriormente son características fundamentales de un enfoque cualitativo permite explorar y describir, mediante la observación y recolección de datos, los acontecimientos o sucesos que luego generan una perspectiva teórica, lo cual es primordial para la investigación debido a la posibilidad de adecuarnos a los hechos y la interpretación de estos.

### 3.2 Momentos del trabajo de campo

Teniendo en cuenta la metodología planteada en la investigación se proponen entonces tres momentos de investigación. El primero de ellos, de tipo exploratorio, que consiste en un cuestionario con el que se pretende indagar sobre los conocimientos previos en algunos temas particulares que poseen los estudiantes participantes de la investigación. Un segundo momento de carácter participativo, donde los estudiantes se verán involucrados en procesos experimentales que podrán evidenciar cómo relacionan los conocimientos previos en su contexto. Por último, en el tercer momento, se pretende mostrar cómo se vieron involucrados dichos conocimientos y cuál fue su influencia a la hora de conceptualizar el equilibrio mecánico.

Para los momentos inicial y final, se pretende obtener la información por medio de preguntas, en función de las respuestas de los estudiantes que serán evidencia de lo explorado e indagado. Para el momento experimental, se busca que los estudiantes lleven a cabo una bitácora, en la que deberán plasmar todos los cuestionamientos, aprendizajes y experiencias que por medio de los experimentos se logren obtener.

### 3.3 Población

La muestra escogida será “no probabilística” o “dirigida” ya que no se pretende que los casos sean estadísticamente representativos de la población, es decir, en esta investigación es adecuada una muestra de este tipo, pues se trata de un análisis de carácter exploratorio y tiene una perspectiva cualitativa, ya que no es concluyente. Su finalidad es analizar ciertas experiencias sobre la intuición y la conceptualización del equilibrio mecánico en tres estudiantes.

Para el enfoque cualitativo, al no interesar tanto la posibilidad de generalizar los resultados, las muestras no probabilísticas o dirigidas son de gran valor, pues logran obtener los casos (personas, objetos, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

La población para el desarrollo metodológico fue seleccionada en el contexto del grado 10° de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, bajo los siguientes criterios: a) Que pertenezcan a semilleros propios de las Ciencias Naturales ofrecidos en la misma Institución Educativa (liderados por nosotros como practicantes), b) Que estén adscritos a las modalidades de Ciencias y Matemáticas (de las 20 que ofrece la Institución en el marco de la Enseñanza Media Diversificada-EMD), c) Que demuestren disposición para participar de la investigación y d) Que no hayan pasado por una enseñanza sistemática del concepto de equilibrio mecánico.

Es importante que los estudiantes seleccionados no hayan trabajado el concepto de equilibrio mecánico, ya que es necesario que afloren los pre-saberes (no formalizados) que usan a partir de lo que proporcionan sus experiencias en la vida cotidiana y su conocimiento intuitivo. Es así como son seleccionados tres estudiantes.

### **3.4 Instrumentos**

Los instrumentos comprenden diversas fases con las cuales se pretende recoger los datos para poder realizar los análisis correspondientes, porque es esencial para este trabajo poder

observar cómo es la influencia de la intuición respecto a la conceptualización, por lo tanto, es necesario realizar una entrevista inicial de preguntas abiertas.

Los instrumentos planteados en la investigación, tal como se afirmó anteriormente, tienen un enfoque cualitativo el cual permite que los datos que se buscan obtener arrojen descripciones detalladas de las situaciones, conductas observables por los estudiantes y demás información que se vea involucrada. Esto lleva a evaluar de una forma acertada la influencia de la intuición en la conceptualización, específicamente en el esquema, el cual es, según Moreira (2002, p 6) “la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situación”.

A pesar de que esta es una definición clara y concisa de lo que Vergnaud propone como esquema, es necesario delimitar algunas especificaciones con el fin de que exista una mayor comprensión con respecto a los llamados *ingredientes de los esquemas*, que se mencionan a continuación tal como el autor los plantea.

### 1. Metas y anticipaciones

Un esquema se dirige siempre a una clase de situaciones en las cuales el sujeto puede describir una posible finalidad de su actividad y, eventualmente, submetas; puede también esperar ciertos efectos o eventos.

### 2. Reglas de acción del tipo “si... entonces”

Estas constituyen la parte verdaderamente generadora del esquema, aquella que permite la generación y la continuidad de secuencias de acciones del sujeto; son reglas de búsqueda de información y de control de los resultados de acción.

### 3. Invariantes operatorias

Son teoremas en acción y conceptos en acción que dirigen el reconocimiento, por parte del individuo, de los elementos pertinentes de la situación; son los conocimientos contenidos en los esquemas; son aquellos que constituyen la base, implícita o explícita, que permite obtener la información pertinente y de ella inferir la meta a alcanzar y las reglas de acción adecuadas.

#### 4. Posibilidades de inferencia o razonamiento

Permiten calcular *aquí y ahora* las reglas y anticipaciones a partir de informaciones e invariantes operatorios de que dispone el sujeto, o sea, toda actividad implicada en los otros tres ingredientes requiere cálculos para dicha situación.

##### **3.4.1 Entrevista inicial.**

La primera fase consta de una entrevista, con la que se busca analizar los conocimientos previos de los participantes, puesto que es necesario establecer cómo relacionan los conceptos con su diario vivir para poder hacer un análisis detallado de los conceptos físicos en su entorno.

Este cuestionario consta de cinco preguntas, en las cuales los estudiantes deberán responder de manera detallada los cuestionamientos planteados. Con estas preguntas se busca que el estudiante responda de manera abierta y totalmente libre, sin que sus respuestas se vean permeadas por aclaraciones o conceptos que pueda obtener de otros estudiantes o docentes, es por esto que la aplicación se realizará individualmente. A medida que van avanzando con el cuestionario, las preguntas irán dando al estudiante algunos datos o nociones adicionales que involucran el concepto de equilibrio mecánico. (Ver anexo 1).

##### **3.4.2 Fase de experimentación.**

La segunda fase comprende los diferentes experimentos, con los que se busca que el estudiante relacione o haga uso de los conocimientos previos que mostraron tener en la primera fase. Esto permite entonces, analizar cómo la intuición permea el esquema en la conceptualización del equilibrio mecánico que construyen los estudiantes.

En esta fase de experimentación, los estudiantes pasarán por medio de algunas reglas o instrucciones de un experimento mental que será representado por medio de un dibujo a la realización de un montaje físico para confrontar lo que realmente sucede (Ver anexos 2, 3 y 4).

### **3.5 Recolección de la información**

La información obtenida en la entrevista inicial, así como en la fase de experimentación, será recopilada en una bitácora que cada uno de los estudiantes irá construyendo en el transcurso de la investigación. La bitácora tendrá como finalidad mostrar la concepción inicial de los estudiantes participantes sobre el equilibrio mecánico, y cómo esta se ha visto modificada por los experimentos a los cuales fueron expuestos sus conocimientos previos, para así llegar a un acercamiento de la conceptualización de equilibrio mecánico.

### **3.6 Validación de los instrumentos**

La validación de los instrumentos hace parte importante de esta investigación, ya que de ella depende que se dé un desarrollo metodológico natural durante el desarrollo del trabajo de campo para poder recolectar información veraz y proceder a su respectivo análisis. De esta

manera, se podrán derivar conclusiones a profundidad que den cuenta del alcance de los objetivos propuestos en este estudio.

Para la validación de los instrumentos utilizados en esta investigación se procedió de la siguiente forma:

1. Se presenta una propuesta inicial de los instrumentos al asesor de trabajo de grado, quien con su experiencia y observaciones, sugiere algunos cambios iniciales a la propuesta presentada por los investigadores.
2. Una vez realizado los cambios, se obtiene una versión más refinada de los instrumentos, se vuelven a presentar al asesor para su visto bueno y se continúa con el proceso de desarrollo y mejoramiento.
3. Luego de aprobados parcialmente, se procede a aplicarlos a manera de ensayo con diez estudiantes voluntarios de la clase de física del grado décimo durante una de las sesiones de práctica, lo que permite identificar algunas falencias y opciones de mejora.
4. Una vez realizada la prueba anterior, se realiza el análisis correspondiente para mejorar los instrumentos a aplicar, ampliar y/o modificar preguntas o instrucciones, según las observaciones realizadas.
5. Luego se presenta nuevamente al asesor de trabajo de grado para su aval.

## CAPÍTULO 4. Análisis de la información

### 4.1 Unidades de Análisis y categorías

Con la finalidad de obtener unos datos precisos y una descripción adecuada de las situaciones o experimentos llevados a cabo en la metodología, resulta indispensable establecer una serie de unidades de análisis y categorización de los casos. Para esto, se toma como base lo planteado por Hernández et al. (2014) quienes afirman que la codificación se puede dar en dos niveles, una codificación abierta de manera inicial, y una comparación de las categorías para buscar posibles vinculaciones.

A diferencia de la codificación cuantitativa, en la que una unidad constante se ubica en un sistema de categorías, en la codificación cualitativa abierta el investigador considera un segmento o unidad de contenido (no siempre estándar), lo analiza (se cuestiona: ¿qué significa este segmento?, ¿a qué se refiere?, ¿qué me dice?); toma otro segmento, también lo analiza, compara ambos segmentos y los analiza en términos de similitudes y diferencias (¿qué significado tiene cada uno?, ¿qué tienen en común?, ¿en qué difieren?, ¿me dicen lo mismo o no?). Si los segmentos son distintos en términos de significado y concepto, de cada uno induce una categoría (o bien, considera que no poseen un significado para el planteamiento); si son similares, induce una categoría común. (Hernández et al, 2014, p.426).

Durante la implementación del presente trabajo, los estudiantes participantes respondieron a las preguntas planteadas en los instrumentos anteriormente mencionados, con lo cual es posible establecer cómo se ve la construcción de esquemas en la conceptualización de equilibrio mecánico.

En estas respuestas se evidencia cómo los estudiantes explican de manera intuitiva algunos experimentos que aluden al equilibrio mecánico y que, de manera básica, explican en sus propios términos de forma correcta los conceptos asociados.

Los estudiantes no se dirigieron a ningún tipo de consulta bibliográfica y por el grado que cursan (10°) no tienen suficientes bases teóricas y formales sobre el tema en propiedad. Es por esto que sus explicaciones apelaron a ideas intuitivas en situaciones particulares, lo que ayudó a alcanzar las pretensiones del presente trabajo.

Dicho esto, podemos entender una unidad de análisis como la principal consideración que está siendo analizada, y para esta investigación en particular, se ha tomado como unidad de análisis a cada estudiante participante, donde se establece un proceso de conceptualización, partiendo de unos conocimientos intuitivos que se sometieron a experimentación, para analizar luego cómo dicho concepto inicial que cada uno tenía de equilibrio mecánico, se vio modificado por una posible influencia de la intuición en su conceptualización. Allí, las categorías a analizar serán:

- Categoría 1 – Fase inicial: La intuición y su influencia en los conocimientos previos
- Categoría 2 – Fase final: La intuición y su influencia en la experimentación

Categorías que responden a las fases inicial y final de la investigación, respectivamente.

## **4.2 Fases en el trabajo de campo en correspondencia con las categorías**

La aplicación de los instrumentos para la investigación se dio en dos fases, las cuales corresponden a las categorías a analizar: la primera fue una entrevista de conocimientos previos, la cual fue realizada por cada uno de los estudiantes participantes de la investigación. La segunda, una serie de experimentos realizados: un primer experimento dirigido y dos experimentos mentales.

### **4.2.1 Entrevista inicial.**

Antes de comenzar a aplicar los experimentos, cada estudiante debió diligenciar un test de conocimientos previos donde daba respuesta a varias preguntas sobre equilibrio y torque, sin definir directamente estos términos. Se les solicitó que las respuestas se den de acuerdo a los conocimientos que cada estudiante posee y según su criterio, sin realizar ningún tipo de consulta virtual o física sobre lo que en el test se pregunta.

A la primera pregunta: en sus palabras ¿qué es el equilibrio?, se interpreta en las respuestas que la idea sobre el equilibrio es muy general, sin embargo, en sus respuestas hay palabras que indican alguna idea correcta sobre lo que es el equilibrio, palabras como balance, estabilidad, fuerzas, pesos, balanza y movimiento, indican que, aunque no fueron muy precisos en las respuestas, tampoco estaban en el camino equivocado de la idea de equilibrio.

Respecto a la segunda pregunta: ¿Dónde cree usted que podemos ver ejemplos de equilibrio en la vida diaria? también se evidencian ciertas nociones básicas de equilibrio mecánico al hablar en sus respuestas sobre los equilibristas, los mataculines, los palillos en el borde de alguna superficie, estabilidad de los vehículos o al pararse en un solo pie.

En la tercera pregunta se indaga sobre cuatro situaciones de equilibrio, en la que los estudiantes deben interpretar lo que sucede en cada caso. En este punto, cada estudiante dio su propia interpretación sobre las situaciones de equilibrio. En algunos casos hablaron de una posición de equilibrio debido a los pesos de las personas y la distancia a la que se encontraban del centro; en otros casos aseguraban que no podía haber equilibrio debido a que no se encontraban a la misma distancia del centro o porque no tenían el mismo peso, por lo que se producía un desequilibrio.

En el cuarto punto explicaron una imagen en la que se evidencia un desequilibrio en un juego de parque (mataculín). En la imagen, una persona de 62 kilogramos de masa se encuentra en un extremo, y al otro lado hay tres personas, pero entre ellas sumas 52 kilogramos de masa. En el análisis que realizaron los tres estudiantes del INEM, coincidieron en afirmar que existía un desequilibrio debido a la diferencia de las masas en ambos lados del montaje, lo que es un indicador de que tienen una noción muy básica, pero no clara, de lo que es el equilibrio mecánico.

En el quinto punto se propone explicar lo que sucede, cuando se intenta abrir una puerta, pero con la manija de empuje puesta en tres partes diferentes de cada una de las puertas mostradas: al lado de la bisagra, en el medio de la puerta y al otro extremo de la bisagra. Se les propone lo siguiente:

Teniendo en cuenta que las tres puertas son exactamente iguales, excepto por la ubicación de la manija y que para abrirlas es necesario empujar de la manija, responda:

¿Cree usted que existe una puerta más fácil o difícil de abrir? ¿No hay diferencia al abrirlas? En caso de existir una diferencia, diga cuál sería más fácil y por qué. Explique sus respuestas.

Aunque la explicación del porqué sucede esto no fue tan acertada, todos los estudiantes coincidieron en que es más fácil empujar la puerta desde el extremo contrario a la bisagra y que entre más cerca a la bisagra es más difícil mover la puerta; usaron palabras como resistencia y fuerza, lo que indica una noción no tan básica de lo que sucede.

#### **4.2.2. Aplicación de los instrumentos.**

Luego de aplicar el test de conocimientos previos se procede a realizar tres experimentos; algunos rasgos generales en la aplicación se describen a continuación, para luego, en el siguiente apartado, caracterizar cada uno de los casos:

En el primer experimento se les pidió a los estudiantes que levantaran una olla insertando un palo de escoba por su asa; en el primer momento debían levantar la olla cuando tenían el asa lo más cerca posible a la mano que sostiene el palo. En el segundo momento se les pidió que repitieran el ejercicio, pero con el asa de la olla en la mitad del palo de escoba y en el tercer momento levantaran la olla desde el extremo más alejado del asa. La mano de los estudiantes siempre debía permanecer del mismo extremo del palo.

Luego de realizar esta actividad, varias preguntas fueron hechas respecto al ejercicio realizado:

1. ¿Qué observó, percibió o sintió al levantar la olla desde diferentes distancias?

En esta pregunta los tres estudiantes llegaron a la conclusión de que es más fácil levantar la olla desde el extremo más cercano a la mano que sostiene el palo, y a su vez que es más difícil levantarla entre más alejada se encuentre. Para responder esta pregunta usaron palabras como peso, fuerza y presión.

2. ¿Por qué cree que sucede esto?

En esta pregunta se dan explicaciones muy variadas, como por ejemplo “Creo que es porque la olla, al estar más cerca de mis manos me ayuda a contrarrestar el peso del resto del palo”, “Pueden entrar varias leyes, pero también tiene que ver algo con el equilibrio, como no hay otra mano levantándolo desde el otro extremo, entonces toda la fuerza la ejercemos desde un solo extremo”; se puede observar que usan palabras como equilibrio, fuerza, presión, gravedad y palanca.

3. ¿Si se cambia el material dentro de la olla, cambiará el resultado?

Aquí los estudiantes coinciden también en que si se cambia el material por otro más pesado sería más difícil levantarla, pero también dicen que el sentido se mantiene, es decir, entre más cerca de la mano menos fuerza para levantarlo, entre más alejado más peso se siente.

4. ¿Qué característica (materiales, fuerza de la persona, distancia, altura, etc.) cree que es la que más influye en el resultado obtenido?

En las respuestas los estudiantes relacionaron los conceptos de distancia entre la mano y la olla, el material y el peso de la olla, la fuerza que se aplica, el grosor y el largo del palo, el equilibrio entre el peso de la olla y la fuerza.

El segundo experimento trató sobre equilibrio y fue dirigido, planteando varios casos en los que se distribuyen ladrillos del mismo peso aproximadamente y se organizan de distintas maneras sobre una regla de forma tal que se conserve el equilibrio.

Antes, durante y después de cada distribución de pesos, se realizan preguntas a los estudiantes sobre lo que ellos creen que sucedió con las diferentes distribuciones; los resultados fueron los siguientes:

1. Sí, en el montaje se tienen 6 masas a un lado y 6 ladrillos al otro ¿es posible establecer el equilibrio?

En esta pregunta todos coincidieron en afirmar que el sistema permanece en equilibrio si se realiza con pesos iguales a ambos lados.

2. ¿La forma en la que se encuentran distribuidas las masas está relacionada con el hecho de que el sistema esté en equilibrio, manteniendo el número de masas a lado y lado?

En esta pregunta los tres estudiantes coinciden en que no se mantiene el equilibrio.

3. Al mostrar el montaje ¿Qué piensas ahora?

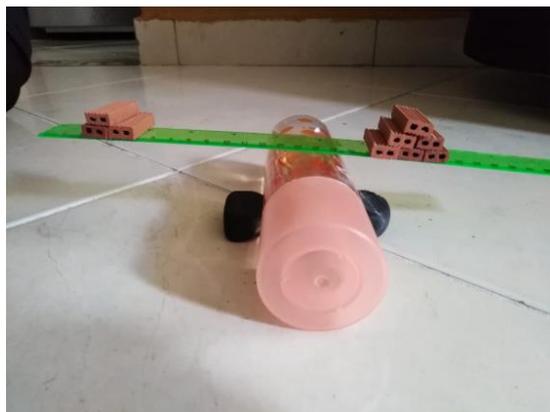
Luego de realizar el montaje en el cual la distribución de los pesos no era la misma y el sistema continuaba en equilibrio, los estudiantes rectificaron sus respuestas a la pregunta anterior e hicieron notar en sus comentarios que la distancia al centro de los ladrillos sí influye para que se mantenga el equilibrio, sin importar que cambie la distribución de las masas respecto al centro a ambos lados.

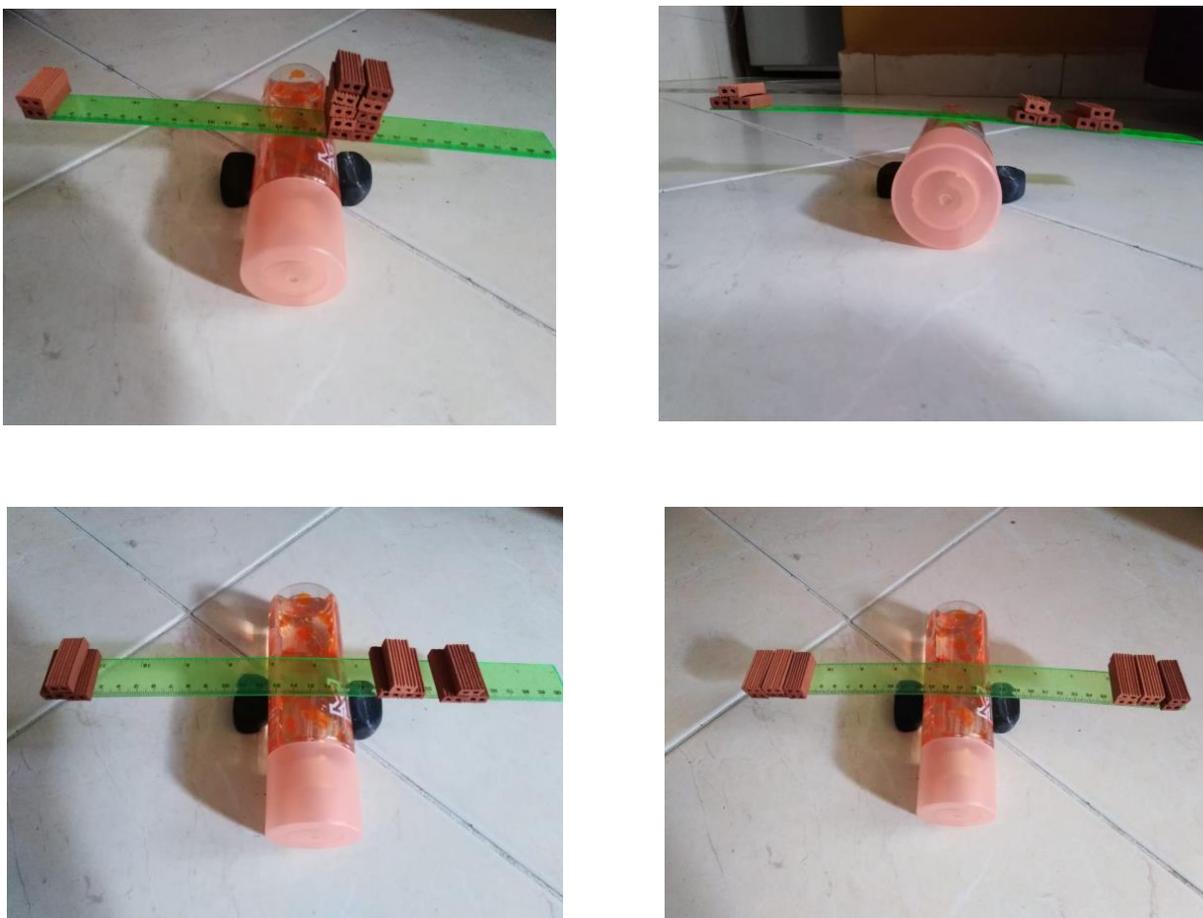
4. Si se altera la cantidad de bloques a cada lado ¿el sistema se mantendrá en equilibrio?

En este punto también coinciden los tres estudiantes, antes de ver el montaje, en que no se mantendría el equilibrio, sin embargo, hacen comentarios de no estar seguros ya que los ejercicios anteriores los dejan dudando.

5. ¿ahora qué piensas después de ver el montaje?

En esta pregunta, después de ver el montaje realizado, concuerdan que la distancia al centro de la regla también juega un papel importante, usan expresiones tales como “Creería que tiene que ver más en cómo se distribuye el peso en toda la regla”, “Es una diferencia de peso bastante grande pero como ya me pudiste demostrar en este experimento también influye mucho la ubicación”, “Sí, es verdad que es por la distancia, el de menos cantidad siempre debe estar más alejado del centro del montaje, para que la situación de equilibrio se mantenga”.





*Figura 1.* Disposiciones de bloques en un sistema para equilibrar.

Luego de este experimento, se pasó al último instrumento sobre equilibrio. Se trata de dos situaciones en las cuales se intenta colocar una lata en equilibrio inclinado. En la primera situación la lata está vacía, y en la segunda situación se agrega un poco de agua a la lata y se vuelve a inclinar buscando el equilibrio. Ante cada situación se realizan unas preguntas a lo cual los estudiantes respondieron:

**Situación 1.** Tenemos una lata vacía, que es nuestro material esencial para esta actividad. ¿crees que, si pongo la lata inclinada, se va a mantener en equilibrio?

A esta pregunta los estudiantes respondieron que sí se iba a caer, uno de ellos hizo además el comentario “Pues yo me imagino que la lata se va a caer, pero con los experimentos anteriores ya me ponen a dudar”, otro estudiante también agregó “Si se logra dar un ángulo correcto yo diría que sí, aunque evidentemente todo recae sobre su punto de gravedad, pero si se pone en un cierto ángulo yo diría que sí se podría” .

**Situación 2.** Ahora, se agrega agua a la lata poco a poco y se intenta que quede en equilibrio de forma inclinada. Antes de colocar la lata en equilibrio se hace la pregunta:

¿Es posible, si le echamos agua, que esto se logre? A lo que los estudiantes respondieron que sí era posible, pero estas respuestas no fueron muy seguras ya que usaban frases como “Ya cambiaría porque el líquido tenderá a irse al lugar en el que se está haciendo la inclinación, entonces no sé, me gustaría ver qué ocurriría”, “Ya con algo adentro que le haga peso diría que puede ser posible, aunque creo que es difícil llegar al equilibrio” y “Posiblemente, puede que el agua al distribuirse mantenga el equilibrio. Podría ser que el agua ayude a la inclinación de la lata y a contrarrestar el peso”.

Para finalizar, se coloca la lata en equilibrio para que los estudiantes observaran los resultados. Luego se les pregunta: ¿es posible lograr este equilibrio si en vez de agua echamos arroz, lentejas o algo sólido? a lo que las respuestas fueron “Bueno ya después de verlo en equilibrio con el agua yo digo que sí es posible, aunque puede ser más complicado, porque el agua se maneja fácil y se mueve, mientras que algo sólido no se mueve entonces hay que saberlo distribuir dentro de la lata”, “Diría que sí ya que el sólido ayuda a la lata a permanecer en equilibrio echándole menos de la mitad” y “Podría ser, pero sería un poquito más difícil ya que el agua al ser obviamente un líquido tiende a distribuirse de mejor manera que otras cosas como el

arroz o las lentejas, yo diría que la distribución de peso sería muy difícil conseguirlo, pero tal vez con mucha práctica se podría lograr”.



*Figura 2.* Disposición de una lata con materia en su interior para equilibrar.

### 4.3 Codificación y análisis de los datos

A continuación, se establece en detalle una descripción de cada caso (unidades de análisis) en cada una de las fases del trabajo de campo.

A los estudiantes participantes en la investigación fueron asignados los códigos  $E_1$ ,  $E_2$  y  $E_3$ . Se presenta entonces una serie de cuadros que relacionan cada una de las categorías con las fases en las cuales fue realizado el trabajo investigativo. Es de vital importancia resaltar que, debido que se dio a manera de conversatorio, es posible que las preguntas orientadoras

realizadas a los estudiantes en la fase experimental no hayan sido planteadas de igual manera o se hayan realizado las mismas preguntas.

Tabla 1

*Estudiante 1 y categoría 1. Respuestas dadas durante la entrevista de conocimientos previos.*

<b>Caso E1: ESTUDIANTE, C1: CATEGORÍA 1. FASE INICIAL</b>	
<b>La intuición y su influencia en el uso de conocimientos previos</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
1	Cuando algo o alguien mantiene su balance, y aunque tenga una superficie menor para sostenerse se queda inmóvil.
2	Cuando nos paramos de manos o en un solo pie, cuando ponemos un palillo o un lápiz en el borde de alguna superficie y lo dejamos de manera que solo el centro toque la mesa sin que se caiga.
3	En la primera imagen, la señora es más ligera que el señor del otro lado, así que, para equilibrarse, la primera figura tiene que acercarse a la señora para mantener el equilibrio. En la segunda imagen en ambas figuras pesan lo mismo, entonces el equilibrio se mantiene mientras estén a la misma distancia del centro, el hombre y la mujer pesan lo mismo, pero en la segunda imagen el hombre de rayas pesa más, así que se tiene que tener menor distancia entre el otro señor y el centro en la primera imagen; ambas figuras pesan lo mismo, pero están más cerca del punto de equilibrio y de una respecto a la otra, en la segunda imagen el hombre de rayas pesa mucho menos que el otro señor así que el de negro se tiene que acercar más al centro para igualar el equilibrio. Las dos figuras se equilibran a la misma distancia del centro en ambas imágenes.
4	Hay 3 tres personas que pesan en total 52 kg y al otro lado hay solo una que pesa 62 kg, así que al tener mayor peso en un lado que en otro, la “balanza “se inclina hacia el lado con mayor peso.

5	Diría que la A sería la más difícil de abrir ya que tiene mayor resistencia en moverse cuando está más cerca de las bisagras y menor entre más lejos, pero no sabría explicar por qué.
---	--

Tabla 2

*Estudiante 1 y categoría 2. Respuestas dadas a las preguntas orientadoras de cada uno de los experimentos de la fase final.*

<b>Caso E1: ESTUDIANTE 1, C2: CATEGORÍA 2. FASE FINAL</b>		
<b>La intuición y su influencia en la experimentación</b>		
<b>Experimento</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Respuesta</b>
Palo de escoba	1	Cuando estaba más lejos era más pesada, en la mitad no era tanto. Mientras más se aleje más pesada es, pero cuando estaba más cerca de la mano se levantaba más fácil.
	2	Creo que es porque la olla, al estar más cerca de mis manos, me ayuda a contrarrestar el peso del resto del palo. En cambio, cuando está en la punta, creo que la gravedad tira hacia el otro extremo, entonces hace como tipo palanca.
	3	No, no creo, creo que es más el peso de la olla lo que influye.
	4	Teniendo en cuenta que la guía es sobre el equilibrio diría que tiene que haber un balance entre el peso de la olla y la fuerza que esté haciendo en todo el palo. Entonces entre mejor se distribuya el peso en el palo, más fácil va a ser cargar la olla.
Equilibrio mecánico	1	Sí, pero tendría que ponerlos al mismo tiempo.
	2	Creo que depende más de la distancia no de la forma en que estén distribuidos.

	3	No va a seguir en equilibrio porque tendría más peso en un lado que en el otro, entonces el lado que tiene más peso caería. Si se corren los pesos ya cambia la cosa. Creería que tiene que ver más en cómo se distribuye el peso en toda la regla.
Equilibrio de latas	1	No creo, se va a caer.
	2	Posiblemente, puede que el agua al distribuirse mantenga el equilibrio. Podría ser que el agua ayude a la inclinación de la lata y a contrarrestar el peso.
	3	Diría que sí, ya que el sólido ayuda a la lata a permanecer en equilibrio echándole menos de la mitad.

### *Análisis de caso E1.*

En las preguntas iniciales uno y dos, se puede observar en el estudiante cómo hace uso de la intuición para definir el equilibrio, de acuerdo a sus experiencias previas, cuando jugaba en su infancia o realizaba actividades cotidianas. Esto se puede inferir, debido a que cuando se le pide al estudiante definir con sus palabras el equilibrio mecánico, en sus respuestas se logra observar que tiene alguna idea correcta sobre lo que es el equilibrio, ya que hace uso de palabras como balance, superficie, inmóvil o centro. Esto demuestra que no estaba en el camino equivocado acerca de lo que es el equilibrio.

En la tercera pregunta se indaga sobre cuatro situaciones de equilibrio, donde el estudiante debe interpretar lo que sucede en cada caso. En este punto, él dio su propia interpretación sobre las situaciones de equilibrio. En algunos casos habló de una posición de equilibrio debido a los pesos de las personas “la señora es más ligera que el señor del otro lado,

así que, para equilibrarse, la primera figura tiene que acercarse a la señora para mantener el equilibrio” y también sobre la distancia a la que se encontraban del centro “ambas figuras pesan lo mismo, entonces el equilibrio se mantiene mientras estén a la misma distancia del centro”; en otros casos hablaba sobre lo que se necesita para haber equilibrio, debido a que no se encontraban a la misma distancia del centro o porque no tenían el mismo peso, “el hombre de rayas pesa mucho menos que el otro señor así que el de negro se tiene que acercar más al centro para igualar el equilibrio”. Aquí el estudiante ya hace una clara relación entre la distancia y los pesos para que se conserve el equilibrio.

En el cuarto punto explicó una imagen en la que se evidencia un desequilibrio en un juego de parque (mataculín). En la imagen, una persona de 62 kilogramos de masa se encuentra en un extremo, y al otro lado hay tres personas, pero entre ellas suman 52 kilogramos de masa. En el análisis que realizó el estudiante, afirmó que “...así que al tener mayor peso en un lado que en otro, la “balanza” se inclina hacia el lado con mayor peso”. Afirmar entonces que existía un desequilibrio debido a la diferencia de las masas en ambos lados del montaje es un indicador que tiene una noción muy básica, pero no total, de lo que es el equilibrio mecánico.

En el quinto punto se propone explicar lo que sucede, cuando se intenta abrir una puerta, pero con la manija de empuje puesta en tres partes diferentes de cada una de las puertas mostradas: al lado de la bisagra, en el medio de la puerta y al otro extremo de la bisagra. Se le propone lo siguiente:

Teniendo en cuenta que las tres puertas son exactamente iguales, excepto por la ubicación de la manija y que para abrirlas es necesario empujar de la manija, responda:

¿Cree usted que existe una puerta más fácil o difícil de abrir? ¿No hay diferencia al abrirlas? En caso de existir una diferencia, diga cuál sería más fácil y por qué. Explique sus respuestas.

Aunque no dio la explicación de por qué sucede esto, el estudiante aclaró que es más fácil empujar la puerta desde el extremo contrario a la bisagra y que entre más cerca a la bisagra es más difícil mover la puerta; usó la palabra resistencia, lo que indica una noción no tan básica de lo que sucede. “Diría que la A sería la más difícil de abrir ya que tiene mayor resistencia en moverse cuando está más cerca de las bisagras y menor entre más lejos, pero no sabría explicar por qué.” Este experimento se realizó de forma mental, lo que quiere decir que al responder correctamente desde dónde se cierra más fácil o más difícil, indica que la experiencia cotidiana está en su mente y aunque no supo explicar por qué sucede así, sabe cómo funciona en la realidad, por lo que se puede decir que está respondiendo de manera intuitiva.

El estudiante mostró a través de este test previo sus esquemas, es decir, manifestó el conocimiento intuitivo que adquirió durante sus experiencias de vida de forma detallada, expresando las representaciones mentales que tiene antes de la experimentación, permitiendo apreciar cómo está estructurado su conocimiento por medio de sus respuestas.

Luego, en la categoría final se le presentaron diferentes experiencias en las que se le realizaron algunas preguntas a medida que se iba avanzando (ver anexo 2,3 y 4). En las diferentes situaciones que se le presentaron al estudiante, se evidenció que algunas concepciones cambiaron o se moldearon según las respuestas que el estudiante expresó de forma verbal.

Cada experimento está ligado a lo intuitivo, es decir, a lo que un sujeto puede percibir con sus sentidos, al igual que las preguntas realizadas:

En el experimento uno se observa que el estudiante hace un razonamiento detallado desde su percepción, de manera textual, “Cuando estaba más lejos era más pesada, en la mitad no era tanto. Mientras más se aleje más pesada es, pero cuando estaba más cerca de la mano se levantaba más fácil.” Relaciona el fenómeno con la distancia y determina rápidamente que esta es una variable importante para esta situación.

En este razonamiento encontramos que recurrió a sus conocimientos previos, es decir, ese conocimiento intuitivo lo moldeó durante la actividad experimental, ya que la relación de la distancia en el equilibrio mecánico lo realizó en el test de conocimientos previos (respuesta 3).

El estudiante también responde; “Creo que es porque la olla, al estar más cerca de mis manos, me ayuda a contrarrestar el peso del resto del palo. En cambio, cuando está en la punta, creo que la gravedad tira hacia el otro extremo, entonces hace como tipo palanca”.

Se puede observar que, en esta situación, el estudiante realiza anticipaciones, incluso empieza a utilizar el concepto de **palanca**, que no se había utilizado; se puede decir que este es un conocimiento implícito que surgió en el transcurso de la actividad experimental.

Textualmente, “No, no creo, creo que es más el peso de la olla lo que influye.” Dentro de los esquemas que está construyendo no tiene en cuenta el material que hay dentro de la olla, y que este puede hacer que se presenten alteraciones al realizar la experiencia.

Cuando afirma: “Teniendo en cuenta que la guía es sobre el equilibrio diría que tiene que haber un balance entre el peso de la olla y la fuerza que esté haciendo en todo el palo. Entonces entre mejor se distribuya el peso en el palo, más fácil va a ser cargar la olla”, el alumno termina por hacer un acercamiento al concepto de equilibrio mecánico ya que, relaciona, aunque no de

manera precisa, las diferentes variables y conceptos que permean lo que es el equilibrio mecánico.

En la parte experimental dos, el estudiante anticipa rápidamente lo que es necesario para que el equilibrio en el montaje se mantenga: “Sí, pero tendría que ponerlos al mismo tiempo”, mostrando así, mediante experimentación mental, el esquema y representaciones intuitivas del estudiante.

También afirma: “creo que depende más de la distancia, no de la forma en que estén distribuidos”. Aquí, indica que la distribución de pesos debe ser con igual distancia a cada lado del montaje, sin importar la distribución, respuesta que está muy ligada a sus conocimientos intuitivos (respuesta 3).

“No va a seguir en equilibrio porque tendría más peso en un lado que en el otro, entonces el lado que tiene más peso caería. Si se corren los pesos, ya cambia la cosa. Creería que tiene que ver más en cómo se distribuye el peso en toda la regla”.

El estudiante sostiene que el sistema se mantiene en equilibrio debido a la distribución de los pesos, es decir, relaciona estrechamente la distancia con el equilibrio en estas situaciones planteadas, lo que da a entender que sus esquemas no han cambiado mucho según las representaciones descritas, algo no distinto de lo real, pues es necesario esta relación para que el montaje permanezca en equilibrio mecánico.

Por último, en la actividad experimental tres, al realizar el experimento podemos apreciar que para el estudiante es imposible que la lata se mantenga en equilibrio, “No creo, se va a caer”. Sin embargo, al realizar el experimento físico, reflexiona sobre la situación presentada.

“Posiblemente, puede que el agua al distribuirse mantenga el equilibrio. Podría ser que el agua ayude a la inclinación de la lata y a contrarrestar el peso”. El estudiante moldea las concepciones que ya tenía preestablecidas y da paso a un nuevo aprendizaje. En esta situación, realiza una reflexión rápidamente y hace un razonamiento y deducciones muy cercanas a lo que pasa en la realidad.

En la última pregunta responde “Diría que sí, ya que el sólido ayuda a la lata a permanecer en equilibrio echándole menos de la mitad”. Después de lo observado por el estudiante anteriormente, toma esta instrucción y la moldea a esta nueva situación, inclusive, como el agua que se vertió en la lata era muy poca, relacionó el volumen de esta implícitamente cambiando los esquemas que ya tenía construidos. Lo anterior se puede determinar ya que el estudiante relacionó las cantidades.

Al realizar el respectivo análisis de las respuestas del estudiante, se evidencian los ingredientes de los esquemas que puntualiza Vergnaud, ya que se observa que el estudiante hace razonamientos o cálculos, anticipaciones muy precisas y tiene conocimientos explícitos e implícitos.

El estudiante fue capaz de expresar el conocimiento implícito e intuitivo en las diferentes situaciones, es decir, de convertirlo en un conocimiento explícito, cumpliendo así con los ingredientes para los esquemas, siendo este un requisito indispensable a la hora de construir conceptos científicos.

### Tabla 3

*Estudiante 2 y categoría 1.*

<b>Caso E2: ESTUDIANTE 2, C1: CATEGORÍA 1. FASE INICIAL</b>	
<b>La intuición y su influencia en el uso de conocimientos previos</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
1	Estabilidad uniforme de un cuerpo inmóvil, para ello, necesita estar sometido a 2 fuerzas de la misma intensidad en sentidos contrarios.
2	El equilibrio se puede ver reflejado en la estabilidad mecánica de los vehículos, en una mesa con 4 puntos de apoyo, en una construcción con bases completamente firmes para poder mantener una estructura etc...
3	<p>A: En ambas ocasiones se produce un desequilibrio, debido a la cantidad de peso y ubicación de los mismos.</p> <p>B: En ambas ocasiones hay un equilibrio, debido a que la cantidad de peso se corresponde una con la otra y la ubicación del segundo permite ejercer un peso mayor en un punto estratégico que a su vez conforma un equilibrio estable.</p> <p>C: En la primera gráfica se ve un equilibrio uniforme, mientras que en la segunda hay un peso desproporcionado por ambas partes.</p> <p>D: En la primera hay un equilibrio y en la segunda hay un desequilibrio debido al peso desproporcionado de ambos cuerpos.</p>
4	La Suma total del peso de los chicos es de 52 kg, por tanto, el cuerpo de 62 kg que se encuentra en el lado derecho genera una fuerza mayor sobre el punto de gravedad que hay en el medio, por tanto, se genera un desequilibrio.
5	<p>La puerta C es mucho más fácil de abrir debido a que la cerradura se encuentra en el lado opuesto de las bisagras, y pegado al extremo, por tanto, es mucho más fácil abrir la puerta.</p> <p>La diferencia es la posición de las cerraduras, por ejemplo, la puerta A es completamente imposible de abrir y cerrar debido a la posición de las cerraduras, la cual está ubicada en un sitio completamente disfuncional, la cerradura no tiene un punto de apoyo firme, y su otro extremo es 100% inútil. Lo mismo ocurre con la puerta B, que directamente no tiene un punto de apoyo para la cerradura.</p>

Tabla 4

*Estudiante 2 y categoría 2.*

<b>Caso E2: ESTUDIANTE 2, C2: CATEGORÍA 2. FASE FINAL</b>		
<b>La intuición y su influencia en la experimentación</b>		
<b>Experimento</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Respuesta</b>
Palo de escoba	1	<p>En cierta parte hay menos peso, pero se siente que hay como una atracción más grande, como más pesado.</p> <p>Sentí que, eran 3 distancias diferentes, una más cerca del mango de la olla, otra un poco más alejado desde la mitad y otra desde el otro extremo. En la primera se siente un peso un poco como moderado. Es fácil levantar la olla y en pocas palabras asumo yo que es porque estamos haciendo más presión o fuerza sobre una parte del palo muy cercano al marco de la olla, estamos muy cerca a la olla y por tanto el peso va a ser muchísimo menor.</p>
	2	<p>Pueden entrar varias leyes, pero también tiene que ver algo con el equilibrio, como no hay otra mano levantándolo desde el otro extremo entonces toda la fuerza la ejercemos desde un solo extremo. Entonces como la olla se está alejando cada vez más, tenemos que ejercer más presión para poder mantener un equilibrio.</p>

	3	<p>Si variaría porque evidentemente si es un material muchísimo más pesado del que hay en la olla; se ejercería un poco más de peso. También es obvio que parte del peso recae sobre el palo, no todo el peso lo estamos ejerciendo nosotros, pero sería mucho más difícil mantener un equilibrio ya que al ser más pesado tiende a tirar más hacia abajo, y mantener un equilibrio desde un solo extremo sería muchísimo más difícil. Entre más alejado más difícil mantener el equilibrio y la olla tiende a mantener menos estabilidad. El equilibrio se pierde y la olla tiende a tirar más hacia abajo y por tanto hay que ejercer más presión.</p> <p>Si es un material muchísimo más pesado, evidentemente habría que ejercer más fuerza sin importar en qué punto o a qué distancia del palo la estamos ejerciendo, no creo que exista algún material en el que no podamos hacer mucha fuerza. La única forma sería levantándolo de los dos extremos y así formar un mejor equilibrio.</p>
	4	<p>Podría influir mucho la forma de la olla, su peso, los materiales que hay dentro de la olla, y la unión del mango de la olla o las orejas con la propia olla también podría influir bastante en el peso. También el palo si es muy delgado o si es un poco más ancho; todo eso podría influir en el resultado del peso y el equilibrio al ejercer fuerza para poder mantener la olla.</p>
Equilibrio mecánico	1	<p>Para mantener un equilibrio puede ser de varias maneras, una sería en montos en cada extremo de los lados de la regla, y otra podría ser como si estuvieran en paralelo todos, pero que no exceda mucho más de la mitad de un extremo, ya que si lo excede podría perder el equilibrio, aunque en el otro punto también esté así.</p>

2	En parte podría ser, ya que si no es una forma uniforme la distribución de peso no es la adecuada y puede haber un desequilibrio.
3	En una pirámide estaría bien
4	Diría que mi aporte anterior fue erróneo, que sin importar la forma se mantiene el peso y el equilibrio.
5	<p>Yo diría que se perdería el equilibrio ya que se debería mantener una estabilidad frente al peso y si en un extremo se tiene una cantidad en el otro tiene que haber una respuesta con exactamente la misma cantidad para que el equilibrio se pueda mantener.</p> <p>El equilibrio se podría mantener, según la figura, aunque la figura está un poco rara porque no se encuentran en la misma medida a comparación del centro. El peso también sería diferente y evidentemente la forma también, aunque ya vimos que la forma no importa, pero el peso si y la ubicación también influye, así que yo diría que no se mantendría en equilibrio.</p>
6	Es curioso, pero es algo bastante obvio ya que la distribución en el lugar en el que están ubicados las pesas influye demasiado y aunque en un lado haya más peso el lugar en el que está ubicado está muchísimo más cerca al centro y el otro está en el extremo y esto permite formar un equilibrio debido a la ubicación en la que está.
7	Es una diferencia de peso bastante grande pero como ya me pudiste demostrar en este experimento también influye mucho la ubicación. Entonces si se ubican en partes estratégicas que logren mantener el equilibrio yo diría que, si se puede, pero asumo yo que es un poquito más difícil debido a que el peso si es ya muchísimo mayor.

Equilibrio de latas	1	Si se logra darle un ángulo correcto yo diría que sí, aunque evidentemente todo recae sobre su punto de gravedad, pero si se pone en un cierto ángulo yo diría que sí se podría.
	2	Ya cambiaría porque el líquido tendería a irse al lugar en el que se está haciendo la inclinación, entonces no sé, me gustaría ver qué ocurriría. Después de ver la lata en equilibrio con el agua, por eso yo decía que es un poquito importante el ángulo para que el peso que ejerce el agua sobre el punto de gravedad de la lata pueda ser uniforme y se pueda mantener.
	3	Podría ser, pero sería un poquito más difícil ya que el agua al ser obviamente un líquido tiende a distribuirse de mejor manera que otras cosas como el arroz o las lentejas, yo diría que la distribución de peso sería muy difícil conseguir, pero tal vez con mucha práctica se podría lograr.

### *Análisis de Caso E2.*

En las preguntas iniciales uno y dos sobre el equilibrio, se puede observar en el estudiante un acercamiento intuitivo al concepto, ya que en sus respuestas presenta nociones muy acertadas a la realidad como la siguiente: “Estabilidad uniforme de un cuerpo inmóvil, para ello, necesita estar sometido a dos fuerzas de la misma intensidad en sentidos contrarios”, además de tener ideas de dónde se encuentra el equilibrio en la vida cotidiana; esto se evidencia debido a la respuestas que cita textualmente: “El equilibrio se puede ver reflejado en la estabilidad mecánica de los vehículos, en una mesa con cuatro puntos de apoyo, en una construcción con bases completamente firmes para poder mantener una estructura, etc...”

En la tercera pregunta se indaga sobre cuatro situaciones de equilibrio, donde el estudiante debe interpretar lo que sucede en cada caso.

En este punto, dio su propia interpretación sobre las situaciones de equilibrio. El estudiante tiene idea de que el equilibrio solo depende de las masas o pesos que hay a cada lado, pero no tiene noción de que la distancia al punto medio tiene importancia cuando se trata de equilibrio. Esto se evidencia cuando expresa: “En ambas ocasiones se produce un desequilibrio, debido a la cantidad de peso y ubicación de los mismos”, o cuando dice: “En la primera hay un equilibrio y en la segunda hay un desequilibrio debido al peso desproporcionado de ambos cuerpos”.

En el cuarto punto, explicó una imagen en la que se evidencia un desequilibrio en un juego de parque (mataculín). En la imagen, una persona de 62 kilogramos de masa se encuentra en un extremo, y al otro lado hay tres personas, pero entre ellas suman 52 kilogramos de masa. En el análisis que realizó el estudiante, afirmó que “la Suma total del peso de los chicos es de 52 kg, por tanto, el cuerpo de 62 kg que se encuentra en el lado derecho genera una fuerza mayor sobre el punto de gravedad que hay en el medio, por tanto, se genera un desequilibrio”. Afirmar que se genera un desequilibrio debido a la diferencia de las masas en ambos lados del montaje es un indicador de que tiene una noción muy básica, pero no clara totalmente, de lo que es el equilibrio mecánico. Aunque también se expresa sobre el punto de gravedad, indica que tiene una noción sobre la distancia al centro, pero no muy clara.

En el quinto punto se propone explicar lo que sucede, cuando se intenta abrir una puerta, pero con la manija de empuje puesta en tres partes diferentes de cada una de las puertas

mostradas: al lado de la bisagra, en el medio de la puerta y al otro extremo de la bisagra. Se le propone lo siguiente:

Teniendo en cuenta que las tres puertas son exactamente iguales, excepto por la ubicación de la manija y que para abrirlas es necesario empujar de la manija, responda:

¿Cree usted que existe una puerta más fácil o difícil de abrir? ¿No hay diferencia al abrirlas? En caso de existir una diferencia, diga cuál sería más fácil y por qué. Explique sus respuestas.

El estudiante acierta en afirmar que la puerta C se abre más fácil debido a la posición de la manija respecto a las bisagras: “La puerta C es mucho más fácil de abrir debido a que la cerradura se encuentra en el lado opuesto de las bisagras, y pegado al extremo, por tanto, es mucho más fácil abrir la puerta.”, pero no tiene una noción clara de que las otras posiciones también trabajan, pero no son tan funcionales debido a que hay que aplicar más fuerza: “la puerta A es completamente imposible de abrir y cerrar debido a la posición de las cerraduras, la cual está ubicada en un sitio completamente disfuncional”. Sin embargo, tiene una idea intuitiva de que la posición de las manijas juega un papel importante en la acción de abrir o cerrar las puertas.

El estudiante fue muy asertivo en las respuestas al test de conocimientos previos y mostró sus esquemas haciendo uso del conocimiento intuitivo o implícito que adquirió con la experiencia, expresando las representaciones mentales, símbolos y estructuras de pensamiento que posee.

Luego, en la categoría final se le presentaron diferentes experiencias en las que se le realizaron algunas preguntas a medida que se iba avanzando (ver anexo 2,3 y 4). En las diferentes situaciones que se le presentaron, mostró características de su conocimiento intuitivo

en la experimentación, es decir, a partir de ese conocimiento, interaccionó con las situaciones presentadas.

Cada experimento está ligado a lo intuitivo, es decir, a lo que un sujeto puede percibir con sus sentidos, pero que se transformará en conocimiento intuitivo (en los términos de Fischbein (1987), para luego construir esquemas como parte de la conceptualización realizada, en función de las preguntas propuestas en esta fase.

En el experimento uno, se evidencia lo siguiente: “En cierta parte hay menos peso, pero se siente que hay como una atracción más grande, como más pesado. Sentí que, eran 3 distancias diferentes, una más cerca del mango de la olla, otra un poco más alejado desde la mitad y otra desde el otro extremo. En la primera se siente un peso un poco como moderado. Es fácil levantar la olla y en pocas palabras asumo yo que es porque estamos haciendo más presión o fuerza sobre una parte del palo muy cercano al marco de la olla, estamos muy cerca a la olla y por tanto el peso va a ser muchísimo menor”.

El estudiante hace un razonamiento detallado de lo que ocurre, relacionando el equilibrio mecánico con la distancia y el peso, y estableciendo estas dos variables como determinantes para esta experiencia que detalla desde su percepción.

Según sus respuestas, se evidencian sus conocimientos implícitos; “pueden entrar varias leyes, pero también tiene que ver algo con el equilibrio, como no hay otra mano levantándolo desde el otro extremo entonces toda la fuerza la ejercemos desde un solo extremo. Entonces como la olla se está alejando cada vez más, tenemos que ejercer más presión para poder mantener un equilibrio”. Es un conocimiento que no es capaz de expresar adecuadamente, sin embargo, relaciona con el equilibrio mecánico algunas variables como fuerza y presión.

También precisa que: “Si variaría porque evidentemente si es un material muchísimo más pesado del que hay en la olla, se ejercería un poco más de peso. También es obvio que parte del peso recae sobre el palo, no todo el peso lo estamos ejerciendo nosotros, pero sería mucho más difícil mantener un equilibrio, ya que al ser más pesado tiende a tirar más hacia abajo, y mantener un equilibrio desde un solo extremo sería muchísimo más difícil. Entre más alejado más difícil mantener el equilibrio y la olla tiende a mantener menos estabilidad. El equilibrio se pierde y la olla tiende a tirar más hacia abajo y por tanto hay que ejercer más presión. Si es un material muchísimo más pesado, evidentemente habría que ejercer más fuerza sin importar en qué punto o a qué distancia del palo la estamos ejerciendo, no creo que exista algún material en el que no podamos hacer mucha fuerza. La única forma sería levantándolo de los dos extremos y así formar un mejor equilibrio”.

El estudiante expresa sus representaciones adecuadamente y anticipa diferentes resultados para diversas situaciones, reflexiones e inferencias, que permiten detallar los esquemas que va construyendo.

En la siguiente respuesta dice que:

“Podría influir mucho la forma de la olla, su peso, los materiales que hay dentro de la olla, y la unión del mango de la olla o las orejas con la propia olla también podría influir bastante en el peso. También el palo si es muy delgado o si es un poco más ancho; todo eso podría influir en el resultado del peso y el equilibrio al ejercer fuerza para poder mantener la olla.”

El estudiante relaciona múltiples variables y cada vez detalla más los elementos de la experiencia en los que se pueden observar los conocimientos intuitivos que ellos poseen, es decir, relaciona esos conocimientos previos con la experimentación física.

En la parte experimental dos, el estudiante expresa después del experimento mental que: “para mantener un equilibrio puede ser de varias maneras, una sería en montos en cada extremo de los lados de la regla, y otra podría ser como si estuvieran en paralelo todos, pero que no exceda mucho más de la mitad de un extremo, ya que si lo excede podría perder el equilibrio, aunque en el otro punto también esté así”, respuesta que no es muy alejada de la realidad.

Sin embargo, al plantear la siguiente situación y exponer su experimento mental, afirma: “En parte podría ser, ya que si no es una forma uniforme la distribución de peso no es la adecuada y puede haber un desequilibrio” No es posible para él que pueda haber equilibrio si las ubicaciones de los pesos no son iguales (forma de distribución de los pesos), pero al realizar el experimento físico manifiesta: “diría que mi aporte anterior fue erróneo, que sin importar la forma se mantiene el peso y el equilibrio”, lo que evidencia un cambio en su razonamiento rápidamente (construcción de un nuevo esquema).

Adiciona: “Es curioso, pero es algo bastante obvio ya que la distribución en el lugar en el que están ubicadas las pesas influye demasiado y aunque en un lado haya más peso, el lugar en el que está ubicado está muchísimo más cerca al centro y el otro está en el extremo y esto permite formar un equilibrio debido a la ubicación en la que está”.

El estudiante muestra asombro, pero al relacionarlo con las experiencias anteriores ubica esta situación como algo obvio, ya que sabe que la distancia es un factor determinante para que las situaciones de equilibrio se mantengan, esto muestra como los esquemas se van construyendo

y sus conocimientos formalizando, de manera que para él es más fácil expresar sus conocimientos implícitos.

Con la siguiente respuesta, muestra como esos conceptos permean más el conocimiento del estudiante, haciendo que los experimentos mentales sean más acertados para él: “Es una diferencia de peso bastante grande pero como ya pude comprobar en este experimento, también influye mucho la ubicación. Entonces, si se ubican en partes estratégicas que logren mantener el equilibrio, yo diría que, sí se puede, pero asumo yo que es un poquito más difícil debido a que el peso si es ya muchísimo mayor”.

En la actividad experimental tres, al realizar el experimento mental, la respuesta del estudiante fue la siguiente “Si se logra darle un ángulo correcto yo diría que sí, aunque evidentemente todo recae sobre su punto de gravedad, pero si se pone en un cierto ángulo yo diría que sí se podría”. La respuesta del estudiante, como se refleja en las demás, estableció diferentes variables que se relacionan con el equilibrio mecánico, aunque no fue del todo acertada.

El estudiante toma ese conocimiento de la situación anterior, lo moldea y adecúa para el nuevo conocimiento adquirido, además, se puede notar de forma clara su conocimiento implícito en este punto, ya que habla de punto de gravedad.

Y termina con la respuesta a la última pregunta diciendo: “Ya cambiaría porque el líquido tendería a irse al lugar en el que se está haciendo la inclinación, entonces no sé, me gustaría ver qué ocurriría. Después de ver la lata en equilibrio con el agua, por eso yo decía que es un poquito importante el ángulo para que el peso que ejerce el agua sobre el punto de gravedad de la lata pueda ser uniforme y se pueda mantener”.

Anticipa los cambios que tendría la situación, si se utilizan sólidos, además, retoma la situación anterior para puntualizar sobre lo que aprendió y generar una secuencia.

El estudiante relaciona adecuadamente los conceptos intuitivos y sus representaciones con los conceptos que va adquiriendo al paso del tiempo y cumple en muchas de las situaciones con los diferentes ingredientes para la conceptualización, ya que el conocimiento implícito logra expresarlo con gran fluidez utilizando diversas variables, además, sigue reglas de acción, hace inferencias o cálculos y anticipa las diferentes situaciones; lo anterior, evidencia la construcción de esquemas del estudiante.

*Tabla 5*

Estudiante 3 y categoría 1.

<b><i>Caso E3: ESTUDIANTE 3, C1: CATEGORÍA 1. FASE INICIAL</i></b>	
<b>La intuición y su influencia en el uso de conocimientos previos</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
1	El equilibrio es cuando dos objetos que pesan lo mismo en una balanza no se mueven ya que hacen la misma fuerza a cada lado de la balanza y no se caen.
2	En los parques cuando se montan al juego del mataculín, en los circos con lo equilibristas o por ejemplo cuando nos paramos en un solo pie.

3	<p>A. En la primera imagen no puede haber equilibrio por que el señor está más cerca, en la segunda tampoco porque el de la derecha se ve más grande, entonces debe pesar más.</p> <p>B. en la primera imagen pueden estar en equilibrio si las dos personas pesan lo mismo. En la segunda imagen no están en equilibrio porque hay uno más grande y está más cerca.</p> <p>C. Lo mismo, pueden estar en equilibrio si pesan lo mismo, ya que están a la misma distancia. En la segunda imagen no puede haber equilibrio porque hay uno más grande y no están a la misma distancia.</p> <p>D. Lo mismo, pueden estar en equilibrio si pesan lo mismo, ya que están a la misma distancia. Pero en la segunda imagen, aunque están a la misma distancia no pesan igual entonces no hay equilibrio.</p>
4	<p>Aunque a la izquierda hay más gente, solo suman 52 kilos, mientras que el de la derecha es uno solo, pero pesa más que todos los otros, por lo tanto, no se equilibran y por eso se ve desbalanceado hacia el que pesa más.</p>
5	<p>La puerta C es la más fácil de abrir porque está más alejada de las bisagras, es fácil de comprobar que entre más cerca de las bisagras hay que hacer más fuerza, entonces es más complicado.</p>

Tabla 6

Estudiante 3 y categoría 2.

<i>Caso E3: ESTUDIANTE 3, C2: CATEGORÍA 2. FASE FINAL</i>		
<b>La intuición y su influencia en la experimentación</b>		
<b>Experimento</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Respuesta</b>

Palo de escoba	1	Cuando la levante de manera más cercana fue fácil, pero al levantarla más o menos de la mitad del palo sentí que debía hacer más fuerza con la mano como si la olla fuera más pesada, pero cuando lo intenté desde el otro lado del palo de escoba casi que no soy capaz de subir la olla.
	2	Posiblemente puede ser porque la gravedad tira más cuando la olla está alejada, porque el palo también se suma al peso, pues, la parte del palo está entre la mano y la olla, entonces no sólo se levanta la olla sino el material del palo por lo que hay que hacer más fuerza.
	3	Creería que no, porque si se cambia el material, igual va a haber un peso que levantar. Ahora, si la olla pesa menos, entonces no se necesitaría tanta fuerza, pero si pesa más, si hay que hacer mayor fuerza, entonces diría que no es tanto del material sino de lo que pese.
	4	Evidentemente la distancia entre la mano y la olla influye porque cuando cambia la distancia hay que hacer más fuerza. También debe influir la materia de la que esté hecha la olla y lo que se le meta adentro, y la fuerza que tenga la persona que esté levantando la olla.
Equilibrio mecánico	1	Creo que, si es posible, ya que se tiene la misma cantidad de peso a lado y lado del montaje.
	2	Diría que sí, ya que si se deforma entonces no se mantendría el equilibrio.
	3	Corrijo, la forma no importa, pero por las distribuciones de los bloques, ya es por la distancia que se distribuyen.
	4	Pensaría que no se mantiene, aunque no estoy seguro, porque es necesario que siempre esté la misma cantidad de bloques a cada lado del montaje.

	5	Sí, es verdad que es por la distancia la de menos cantidad siempre debe estar más alejado del centro del montaje, para que la situación de equilibrio se mantenga.
Equilibrio de latas	1	Pues yo me imagino que la lata se va a caer, pero con los experimentos anteriores ya me ponen a dudar.
	2	Ya con algo adentro que le haga peso diría que puede ser posible, aunque creo que es difícil llegar al equilibrio.
	3	Bueno, ya después de verlo en equilibrio con el agua yo digo que, sí es posible, aunque puede ser más complicado, porque el agua se maneja fácil y se mueve, mientras que algo sólido no se mueve entonces hay que saberlo distribuir dentro de la lata.

### *Análisis de Caso E3.*

En las preguntas iniciales uno y dos sobre el equilibrio, se puede observar en el estudiante que, según su experiencia, existe una relación entre el peso de dos objetos y la fuerza que se ejerce a cada lado de una balanza, ya que afirma que el equilibrio "...es cuando dos objetos que pesan lo mismo en una balanza no se mueven ya que hacen la misma fuerza a cada lado de la balanza y no se caen". Un ejemplo dado por el mismo estudiante es: "En los parques cuando se montan al juego del mataculín, en los circos con lo equilibristas o por ejemplo cuando nos paramos en un solo pie". Aquí, se puede inferir que desde la experiencia en su infancia dada por los juegos, el estudiante tiene una noción correcta de manera intuitiva sobre el equilibrio mecánico, ya que, aunque no puede dar una definición formal, se acerca de manera correcta a lo que es en sí el concepto.

En la tercera pregunta se indaga sobre cuatro situaciones de equilibrio, en las que el estudiante debe interpretar lo que sucede en cada caso. Aquí el estudiante dio su propia interpretación sobre las situaciones de equilibrio. En una parte expresa que: "...no puede haber equilibrio porque el señor está más cerca, en la segunda tampoco porque el de la derecha se ve más grande, entonces debe pesar más". Claramente el estudiante intuye que el sistema está en equilibrio si hay una relación entre los pesos y las distancias al centro, lo cual es correcto; al respecto expresa: "... pueden estar en equilibrio si pesan lo mismo, ya que están a la misma distancia..." lo que es verdad a la hora de establecer un sistema en equilibrio, aunque para estos experimentos mentales no se le explicó al estudiante el concepto y sus respuestas son debido a la experiencia, es decir, son respuestas intuitivas, pero se conceptualiza en función del avance en las fases del trabajo de campo.

En el cuarto punto explicó una imagen en la que se evidencia un desequilibrio en un juego de parque (mataculín). En la imagen, una persona de 62 kilogramos de masa se encuentra en un extremo, y al otro lado hay tres personas, pero entre ellas suman 52 kilogramos de masa. En el análisis que realizó el estudiante, afirmó que: "aunque a la izquierda hay más gente, solo suman 52 kilos, mientras que el de la derecha es uno solo, pero pesa más que todos los otros, por lo tanto, no se equilibran y por eso se ve desbalanceado hacia el que pesa más", de lo cual se puede decir que es un análisis correcto, aunque no explica con claridad por qué sucede esto, pero según sus explicaciones anteriores ya va dando ideas de que intuitivamente puede tener claro lo que sucede con estos fenómenos sobre equilibrio.

En el quinto punto se propone explicar lo que sucede, cuando se intenta abrir una puerta, pero con la manija de empuje puesta en tres partes diferentes de cada una de las puertas

mostradas: al lado de la bisagra, en el medio de la puerta y al otro extremo de la bisagra. Se le propone lo siguiente:

Teniendo en cuenta que las tres puertas son exactamente iguales, excepto por la ubicación de la manija y que para abrirlas es necesario empujar de la manija, responda:

¿Cree usted que existe una puerta más fácil o difícil de abrir? ¿No hay diferencia al abrirlas? En caso de existir una diferencia, diga cuál sería más fácil y por qué. Explique sus respuestas.

En este ejercicio, el estudiante dio dos respuestas claves para concluir que intuitivamente tiene claro lo que sucede, ya que para el nivel de estudios en el que se encuentra no ha visto el tema de torque ni de equilibrio en el colegio, sin embargo, su respuesta fue correcta: “La puerta C es la más fácil de abrir porque está más alejada de las bisagras”. Aunque explica el por qué es más fácil abrir la puerta C, manifiesta no saber por qué sucede de esa manera: “es fácil de comprobar que entre más cerca de las bisagras hay que hacer más fuerza”; intuitivamente respondió lo que sucede en la vida real, ya sea por la experiencia desde niño con los juegos o por cualquier otro motivo.

El estudiante mostró a través de este test previo cierto conocimiento intuitivo, que más adelante, propiciará la construcción de esquemas expresados en representaciones mentales, símbolos o estructuras de pensamiento.

Luego, en la categoría final se le presentaron diferentes experiencias en las que se le realizaron algunas preguntas, a medida que se iba avanzando (ver anexo 2,3 y 4).

En las diferentes situaciones que se le presentaron al estudiante, se evidenciaron que algunas concepciones cambiaron o se moldearon según las respuestas que el estudiante expresó de forma verbal.

Cada experimento está ligado a lo intuitivo, es decir, a lo que un sujeto puede percibir con sus sentidos, al igual que las preguntas realizadas:

En el experimento uno se evidencia lo siguiente, “Cuando la levanté de manera más cercana fue fácil, pero al levantarla más o menos de la mitad del palo sentí que debía hacer más fuerza con la mano como si la olla fuera más pesada, pero cuando lo intenté desde el otro lado del palo de escoba casi que no soy capaz de subir la olla.” El estudiante hace una descripción detallada de sus sensaciones y expresa ese conocimiento, sin embargo, se limita y no trasciende a lo formal o conceptual.

Luego, agrega: “Posiblemente puede ser porque la gravedad tira más cuando la olla está alejada, porque el palo también se suma al peso, pues, la parte del palo está entre la mano y la olla, entonces no sólo se levanta la olla sino el material del palo por lo que hay que hacer más fuerza”. El estudiante comienza a hacer un razonamiento más exhaustivo donde involucra cada uno de los elementos de la experiencia y empieza a relacionar los conocimientos implícitos o intuitivos con la experimentación física.

Continúa diciendo, “Creería que no, porque si se cambia el material, igual va a haber un peso que levantar. Ahora, si la olla pesa menos, entonces no se necesitaría tanta fuerza, pero si pesa más, si hay que hacer mayor fuerza, entonces diría que no es tanto del material sino de lo que pese”.

Para el estudiante no es importante el material, solo es necesario un peso, pero especificando que ese peso puede generar que la experiencia sea más sencilla o no. El estudiante tomó esos conocimientos previos o intuitivos que fueron moldeados y los trasladó a la experiencia física.

Cuando el estudiante afirma: “evidentemente la distancia entre la mano y la olla influye porque cuando cambia la distancia hay que hacer más fuerza. También debe influir la materia de la que esté echa la olla y lo que se le meta adentro, y la fuerza que tenga la persona que esté levantando la olla”, se puede observar cómo relaciona el concepto de distancia y fuerza en la situación, y no toma el material como se expresó en la respuesta anterior, pero si la materia, haciendo una diferenciación entre estas dos; de esta manera se obtienen respuestas muy cercanas a los conceptos de equilibrio mecánico.

En el experimento dos, el estudiante expresa sus esquemas y representaciones en el momento de realizar el experimento mental, sugiriendo que el sistema estará en equilibrio mecánico, “Creo que, si es posible, ya que se tiene la misma cantidad de peso a lado y lado del montaje”, situación que es muy acertada en el momento de hacer la experiencia física.

Sin embargo, cuando realiza el experimento mental donde los bloques de un lado no estarán ubicados de la misma manera, el estudiante responde “diría que sí, ya que si se deforma entonces no se mantendría el equilibrio”. Es decir, el estudiante concibe el equilibrio si en cada uno de los lados presenta la misma cantidad de bloques siendo de la misma forma y tamaño.

Este conocimiento que no es muy acertado, es enfrentado con la experiencia física; el estudiante afirma: “Corrijo, la forma no importa, pero por las distribuciones de los bloques, ya es por la distancia que se distribuyen”. El estudiante ante esta situación reflexiona, replantea y

moldea lo aprendido, concibiendo dentro de sus esquemas mentales que en la relación entre la distancia y forma, hay una reconstrucción del esquema.

De nuevo, la experimentación mental y física del estudiante no concuerda, ya que afirma: “Pensaría que no se mantiene, aunque no estoy seguro, porque es necesario que siempre esté la misma cantidad de bloques a cada lado del montaje”. Es decir, el estudiante tiene dudas acerca de lo que puede pasar, sin embargo, después de la experimentación física replantea “Sí, es verdad que es por la distancia, la de menos cantidad siempre debe estar más alejado del centro del montaje para que la situación de equilibrio se mantenga”.

La clase de esquema se ve muy claramente en este estudiante, evidencia cómo reflexiona acerca de los errores y replantea su conceptualización, obteniendo nuevas deducciones, finalidades y secuencia de acciones por parte del estudiante.

En el experimento tres el estudiante dice tras la experimentación mental: “pues yo me imagino que la lata se va a caer, pero con los experimentos anteriores ya me ponen a dudar”. Aquí, se han contrapuesto los conocimientos intuitivos en relación a lo que pasa en la realidad; el estudiante siempre pone en duda su saber previo, sin embargo, esta vez había concordancia, ya que la lata vacía no se puede inclinar.

También afirma: “Ya con algo adentro que le haga peso diría que puede ser posible, aunque creo que es difícil llegar al equilibrio”. El estudiante muestra anticipación y cálculo en su respuesta, ya que hace una reflexión muy asertiva y muestra su conocimiento implícito, evidenciando que tiene la idea clara de lo que realmente pasa, aunque no lo expresa de forma explícita, este es un ingrediente fundamental de la construcción de esquemas.

Después de realizar las experiencias con las latas, el estudiante contesta la última pregunta diciendo: “Bueno, ya después de verlo en equilibrio con el agua yo digo que sí es posible, aunque puede ser más complicado, porque el agua se maneja fácil y se mueve, mientras que algo sólido no se mueve entonces hay que saberlo distribuir dentro de la lata”.

El estudiante contesta de forma más precisa a medida que se avanza en las situaciones, cumpliendo a cabalidad los ingredientes de esquemas, además, el conocimiento implícito o intuitivo lo relaciona favorablemente con las experiencias, dándose la oportunidad de reflexionar, anticipar, calcular y reestructurar su conocimiento para llevarlo de lo implícito a lo explícito.

## **CAPÍTULO 5. Conclusiones**

Para concluir, los estudiantes llegaron con conocimientos intuitivos, que se demostraron en el momento de responder a cada una de las situaciones que se les presentaron, ya que usaron palabras como, balance, balanza, peso, fuerza, entre otras, que demostraron sus nociones anteriores.

Los conocimientos manifestados por los estudiantes en un momento inicial se fueron modificando en el transcurso de las situaciones planteadas, y de esta manera, se pudo transformar el concepto de equilibrio, pasando de ser un concepto intuitivo a otro un poco más fundamentado y justificado (más formalizado). Este cambio conceptual pudo ser evidenciado, cuando luego de haber pasado por la fase experimental, los estudiantes comenzaron a usar otras palabras que se relacionan con el equilibrio mecánico, tales como gravedad, distancia, entre otras. Por tanto, podemos concluir que, desde la perspectiva de este trabajo investigativo, la intuición no sólo afecta la conceptualización, sino que incluso, puede ser una herramienta para lograr la formalización de conceptos que, por su abstracción, suelen ser complejos para los estudiantes en el área de las ciencias.

### **5.1 Consecución de los objetivos**

En este trabajo investigativo se pretende identificar cómo influye la intuición en la construcción de la conceptualización del equilibrio mecánico en estudiantes de bachillerato del grado décimo. Para lograr este objetivo se debió cumplir con los objetivos específicos siguientes:

- Explorar los conocimientos intuitivos que poseen estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo.

Este objetivo se alcanzó realizando un test de conocimientos previos donde se pudieron evidenciar los conocimientos intuitivos que tienen los estudiantes; las preguntas fueron abiertas y debían ser respondidas sin ningún tipo de consulta para lograr obtener información acerca de los esquemas previos que los estudiantes tenían y establecer que concebían o creían acerca del equilibrio mecánico.

- Relacionar los conceptos intuitivos de los estudiantes con fenómenos físicos de la cotidianidad.

En el test, todas las preguntas estaban relacionadas con el diario vivir, es decir, con los acontecimientos del día a día que implican fenómenos de equilibrio mecánico.

- Analizar los conocimientos sobre equilibrio mecánico obtenidos por estudiantes del grado décimo de la institución educativa INEM José Félix de Restrepo.

Frente al concepto de esquema como parte de la conceptualización se pudo obtener la siguiente información de cada uno de los estudiantes:

$E_1$ : En las diferentes situaciones que se le presentaron al estudiante, mostró características de esquemas que fueron evocados de forma verbal; el estudiante también manifestó algunas afirmaciones anticipadas respecto a la situación afirmando: “Mientras más se aleje más pesada es, pero cuando estaba más cerca de la mano se levantaba más fácil”.

Algunas de las situaciones permitieron que el estudiante hiciera inferencias respecto a las situaciones presentadas, por ejemplo, textualmente el estudiante dijo: “Posiblemente, puede que

el agua al distribuirse mantenga el equilibrio”. La respuesta no está muy alejada de lo que ocurre, también, se observa cómo algunos conocimientos intuitivos se relacionan con los conocimientos que se van adquiriendo durante las diferentes experiencias, lo que Vergnaud llama invariantes operatorias.

*E<sub>2</sub>*: El estudiante mostró características de su conocimiento intuitivo en la experimentación, es decir, a partir de ese conocimiento interaccionó con las situaciones presentadas, también, realizó algunas anticipaciones como, por ejemplo: “Es curioso, pero es algo bastante obvio ya que la distribución en el lugar en el que están ubicados las pesas influye”. Infiere que es la distancia por la cual se mantiene el sistema en equilibrio.

Además, realiza razonamientos rápidos y claros: “Si se logra darle un ángulo correcto yo diría que sí, aunque evidentemente todo recae sobre su punto de gravedad, pero si se pone en un cierto ángulo yo diría que sí se podría”. El estudiante antes de la experimentación física, hace deducciones con un gran acercamiento a lo que sucede.

*E<sub>3</sub>*: El estudiante realizó algunas deducciones: “También debe influir la materia de la que esté echa la olla y lo que se le meta adentro, y la fuerza que tenga la persona que esté levantando la olla.” Aquí, muestra o relaciona los conocimientos intuitivos con los experimentos que se están realizando, es decir, se relacionan los conocimientos intuitivos con la realidad y realiza anticipaciones en diferentes situaciones.

Los tres estudiantes reaccionaron frente a la situaciones de forma diferente, cada uno según sus conocimientos intuitivos respondió e interaccionó con los experimentos, proveyendo una muestra de los ingredientes de la conceptualización que son; metas, inferencias, reglas de acción e invariantes operatorios; además, hay que recordar que en la clase de esquemas en las

que nos situamos, el sujeto no tiene todas las competencias necesarias y, por lo tanto, se permite la vacilación, reflexión y exploración, que se evidenciaron en las respuestas de los estudiantes.

De esta manera fue posible alcanzar el objetivo general, ya que se logró realizar un análisis de los conocimientos intuitivos al confrontarlos con los conocimientos obtenidos, evidenciando cómo estos se modifican a través de la experiencia y la reflexión teórica de las fases en el trabajo de campo, que finalmente permiten construir esquemas, en el marco de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

## **5.2 Nuevas perspectivas**

En la investigación realizada para el desarrollo de este trabajo, se encontró que la intuición no es muy acogida o reconocida para temas científicos, ya que se considera que la intuición carece de un sistema formal y abstracto. Sin embargo, esos conceptos científicos para que puedan ser comprendidos por los estudiantes necesitan partir de las concepciones intuitivas para poder formalizarlos. Este trabajo, invita a considerar el conocimiento intuitivo como una fase inicial que hace parte de una alternativa a explorar, a investigar, y que permite nuevas formas de conceptualizar en las ciencias, posiblemente en muchos casos, con implicaciones pedagógicas más eficaces

## **5.3 Futuras líneas de investigación**

Al realizar este trabajo, surgieron algunas preguntas que se pueden desarrollar en investigaciones futuras:

- Teniendo en cuenta la importancia de la intuición en la formalización de conceptos, ¿qué papel juega la intuición en el aula de clases?
- La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, es importante para la enseñanza, ya que comprende la conceptualización de lo real. ¿Cómo puede entonces implementarse la teoría de los campos conceptuales en el aula de clases?
- ¿Es posible concebir el estudio de la influencia de la intuición en la conceptualización de otros objetos de estudio de las ciencias o las matemáticas? ¿Cuáles sí y cuáles no son susceptibles de enmarcarse en posibles estudios de esta naturaleza?

### Referencias bibliográficas

- Almanza, S. (1997). La intuición en la Investigación Científica. *Ciencias*, núm. Julio-septiembre, pp.58-61.
- Brown, J. (1991). *The laboratory of the mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*. London: Routledge.
- Casas, M. (2013). Lo intuitivo como aprendizaje para el desarrollo de la actividad en los Estudiantes. *Humanidades Médicas*, (13). Recuperado de: <http://www.humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/223/1784>.
- Ceron Correa, J. (2014). *Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de torque a partir de las maquinas simples* (Magister). Universidad Nacional de Colombia.
- Covaleda, R., Moreira, M., y Caballero, C. (2005). Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, (1), 1- 27. Retrieved from [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART1\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART1_Vol4_N1.pdf)
- Espinoza, A. (2016). Algunas consideraciones pragmáticas del conocimiento y una metafísica alterada. *Alpha Osorno*, 43(2201), pp. 1-20.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in Science and Mathematics*. Dordrecht: Springer.
- Gutiérrez, G., Arrieta, X., & Meleán, R. (2012). Teoría de los campos conceptuales: un modo de abordar investigaciones en enseñanza de la física. *Educare*, (3), 1-24. Retrieved from <http://file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/campos%20conceptuales.pdf>
- Hernández S, Fernández C y Baptista . (2014). *Metodología De La Investigación*. México, D.F.:

McGraw-Hill Education.

Mach, E. (1905). *Conocimiento y Error*. Buenos Aires: Compañía Editora Espasa-Calpe Argentina S.A.

MEN, M., (2016). *Derechos Básicos De Aprendizaje*. 1st ed. Medellín

Mettini, M. (2018). Experimentos mentales y conocimiento a priori. *Praxis Filosófica*, (47), 71.

doi: 10.25100/pfilosofica.v0i47.6599

Moreira, M. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 1-28.

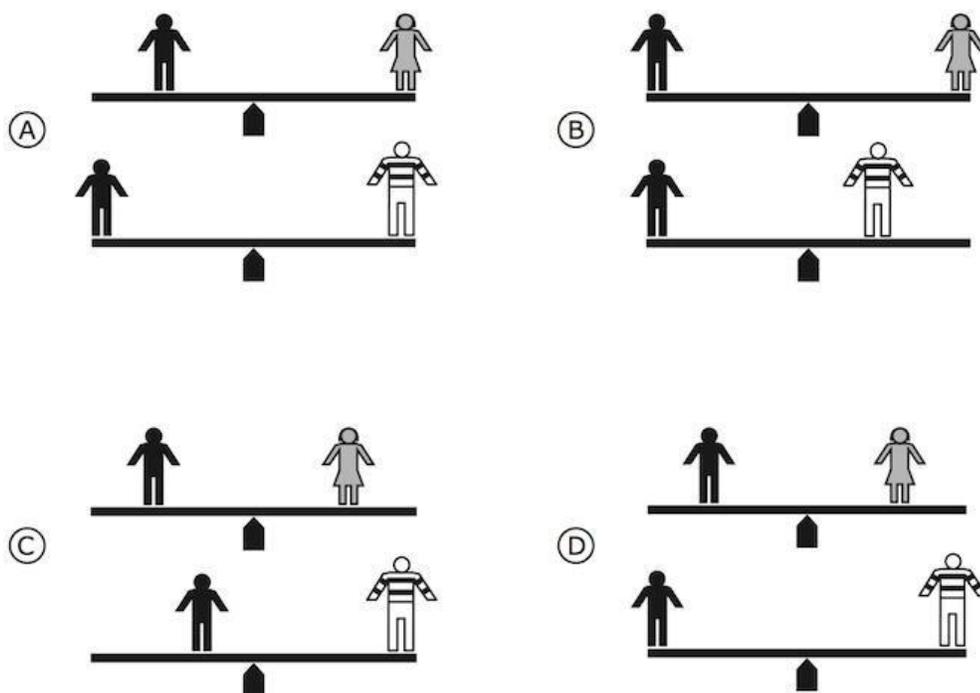
## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista inicial

#### ENTREVISTA DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

A continuación, se enuncian una serie de preguntas propuestas con el fin de saber los conocimientos previos e intuitivos que poseen los estudiantes encuestados de grado décimo de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo.

1. En sus palabras, ¿qué es el equilibrio?
2. ¿Dónde cree usted que podemos ver ejemplos de equilibrio en la vida diaria?
3. Con base en la siguiente imagen, describa qué sucede en cada una de las situaciones.



4. Explique detalladamente qué sucede en la siguiente imagen.

## Anexo 2. Experimento “Palo de escoba”

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</b> 1 8 0 3</p>	<p><b>ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMA COMO PARTE DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE EQUILIBRIO MECÁNICO DESDE UNA PERSPECTIVA INTUITIVA</b></p>	
<p><b>Sesión:</b></p>		<p><b>Actividad:</b></p>
<p><b>2</b></p>		<p><b>Experimento “Palo de escoba”</b></p>
<p><b>Materiales:</b></p>	<p><b>Tiempo de realización:</b></p>	
<p><b>Palo de escoba, olla con asas grandes (diadema u orejas grandes).</b></p>	<p><b>10 minutos.</b></p>	
<p><b>Nombre del estudiante:</b></p>		
<p><b>Desarrollo de la actividad</b></p>		
<p>Inicialmente, cada estudiante tomará el palo de madera (de escoba) y lo pasará entre las asas o el asa de transporte (orejas de la olla), luego, sin tocar la olla con las manos, intentará levantarla lo más que pueda. Al principio, lo levantará desde la parte más cercana al cuerpo y posteriormente repetirá el proceso levantándola desde la mitad del palo; luego, desde el otro extremo del palo más alejado del cuerpo. Es importante que las manos estén siempre en la misma posición en cada repetición.</p> <p>Luego de hacer este ejercicio las veces que considere necesario, responda:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué observó? ¿qué percibió o sintió al levantar la olla desde diferentes distancias?</li> <li>2. ¿Por qué cree que sucede esto?</li> <li>3. ¿Si se cambia el material dentro de la olla, cambiará el resultado?</li> <li>4. ¿Qué característica (materiales, fuerza de la persona, distancia, altura, etc.) cree que es lo que más influye en el resultado obtenido?</li> </ol>		

### Anexo 3. Experimento “Equilibrio mecánico”

 <p><b>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</b> 1 8 0 3</p>	<p align="center"><b>ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMA COMO PARTE DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE EQUILIBRIO MECÁNICO DESDE UNA PERSPECTIVA INTUITIVA</b></p>
<p><b>Sesión:</b> 3</p>	<p><b>Actividad:</b> Equilibrio mecánico</p>
<p><b>Materiales:</b> Regla estática, ladrillos (pesos), punto de apoyo.</p>	<p><b>Tiempo de realización:</b> 45 minutos.</p>
<p><b>Nombre del estudiante:</b></p>	<p><b>Desarrollo de la actividad</b></p>
<p>1. Cada estudiante debe realizar el montaje, de manera que el sistema esté en equilibrio antes de montar los pesos, y debe seguir el sistema en equilibrio después de montar los pesos correspondientes como se muestra en cada situación, a medida que se avanza, con tener en la bitácora, observaciones, como van variando las situaciones y análisis realizados de manera individual y grupal.</p>	
<p align="center"><b>Experimento de equilibrio</b></p>	
<p><b>Materiales</b> Una regla estática Ladrillos (pesos) Punto de apoyo</p>	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</b></p> <p align="center"><b>Procedimiento</b> Observa, piensa, analiza y dibuja</p>
<p><b>Situación 1.</b></p>	<p align="center">1 8 0 3</p>
<p>Realizo en mi mente el montaje tal cual como lo muestra la figura.</p>	

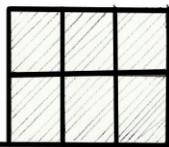
Regla

---

Punto de apoyo

Luego, se procederá a montar los pesos.

Seis pesos



Seis pesos





- No fue un reto, ¿cierto? ¿Será que puedes con los demás?

**Situación 2.**

Ahora, vamos a realizar un total de cuatro montajes, pero esta vez tiene unas reglas fundamentales que no pueden ser modificadas. Cada montaje debe ser realizado de manera mental en primera instancia. Dibújalo en tu bitácora.

- Se realizará el montaje de equilibrio del ejercicio anterior, pero solo uno de los lados, no importa cual, permanece con la misma distribución de las masas.
- El otro lado no debe tener la distribución, pero si la misma cantidad de bloques (seis).

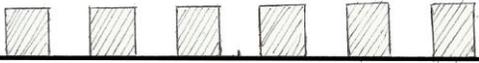
UNIVERSIDAD

Seis pesos

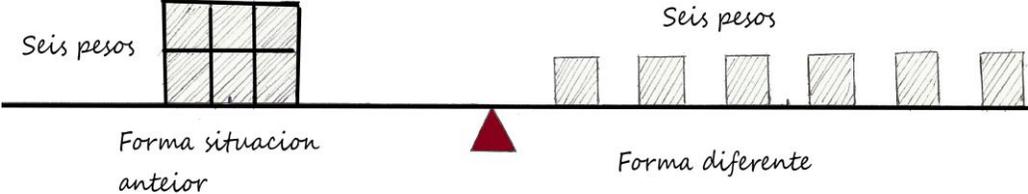


Forma situación anterior

Seis pesos



Forma diferente

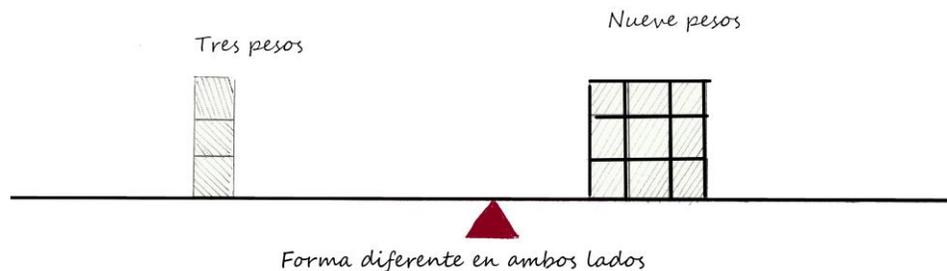


- ¡Todo un reto! ¿verdad?  
¡Qué bien! Ya sabes el mecanismo, pero aun así... ¿serás capaz con otro reto?

**Situación 3.**

Realiza cuatro montajes mentales donde:

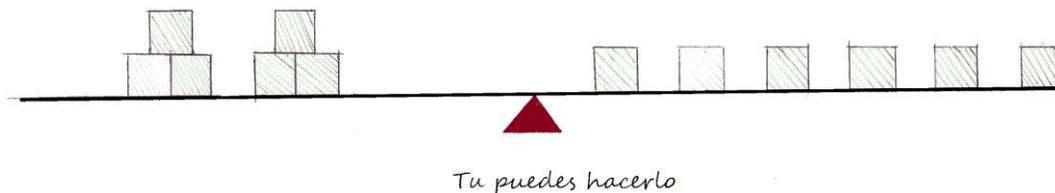
1. Ambos lados tengan diferentes cantidades de bloques como lo muestra la figura.
2. Ambos lados tengan diferente forma
3. Dibuja en tu bitácora cómo realizarías los montajes.



#### Situación 4.

Si los siguientes montajes no los realizaste anteriormente, realízalos y cuéntanos

1.



2. Realiza un montaje en el que un extremo tenga doce pesos y el otro dos, logrando la situación de equilibrio.

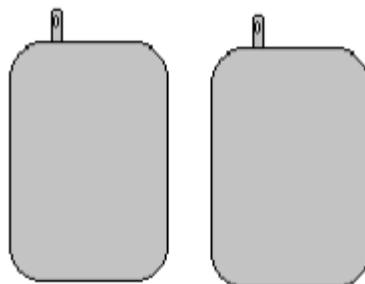
¡Felicitaciones! Lo hiciste muy bien.

# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## Anexo 4. Experimento “Equilibrio de latas”

 <p><b>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</b> 1 8 0 3</p>	<p><b>ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMA COMO PARTE DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE EQUILIBRIO MECÁNICO DESDE UNA PERSPECTIVA INTUITIVA</b></p>
<p><b>Sesión:</b> 4</p>	<p><b>Actividad:</b> Equilibrio de latas</p>
<p><b>Materiales:</b> Latas, fluido (agua), arroz</p>	<p><b>Tiempo de realización:</b> 30 minutos</p>
<p><b>Nombre del estudiante:</b></p>	<p><b>Desarrollo de la actividad</b></p>
<p>2. El siguiente montaje debe ser realizado de manera que el sistema esté en equilibrio.</p>	
<p><b>Materiales</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latas</li> <li>• Fluidos (agua)</li> <li>• Arroz u otros solidos fáciles de tener en casa.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p>	
<p><b>Situación 1.</b></p>	
<p>Tenemos dos latas vacías, que son nuestro material esencial para esta actividad.</p>	



*Latas*

Para empezar, intenta inclinar las latas y dejarlas en una posición de equilibrio.



*Lata inclinada*

- ¿Fue posible hacerlo?
- ¿Qué nos puedes contar?

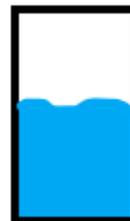
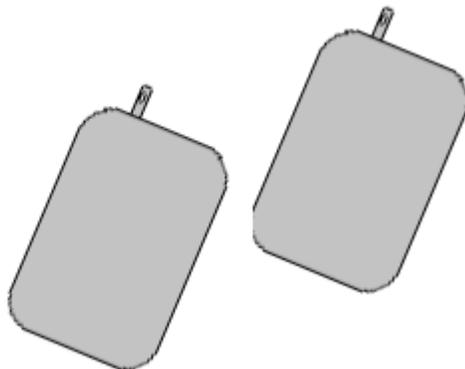
**Situación 2.**

# UNIVERSIDAD

Ahora, en una lata vamos agregando agua poco a poco para intentar que la lata quede en equilibrio de forma inclinada. Con la segunda lata hacemos el mismo procedimiento, pero llenándola de un material como arroz u otro tipo de sólido.

# DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Agua

- ¿La condición de equilibrio se dio en ambos casos?
- ¿Cuál es la diferencia de la primera y segunda situación?
- ¿Qué descubriste?

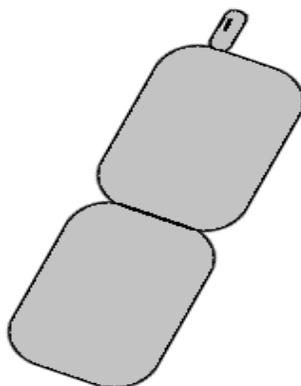
**Situación 3.**

**¡RETO!**

Veamos si podemos montar una lata sobre otra como lo muestra la imagen, tratando de lograr así la situación de equilibrio.



**UN**



**DAD**

- ¿Fue posible realizar el montaje?
- ¿Qué condiciones son necesarias para que la condición de equilibrio se cumpla? (Sin tener en cuenta la situación).
- ¿Te sorprendió el resultado? ¿por qué?

1 8 0 3

**¡Felicitaciones! Lo hiciste muy bien.**

## Anexo 5. Preguntas orientadoras en fase de experimentación

### Estudiante 1.

#### *Experimento “Palo de escoba”.*

1. ¿Qué observó, percibió o sintió al levantar la olla desde diferentes distancias?
2. ¿Por qué cree que sucede esto?
3. ¿Si se cambia el material dentro de la olla, cambiará el resultado?
4. ¿Qué característica (materiales, fuerza de la persona, distancia, altura, etc.) cree que es la que más influye en el resultado obtenido?

#### *Experimento “Equilibrio mecánico”.*

1. ¿Usted cree que el sistema permanecerá en equilibrio si se pone igual peso a cada lado y a la misma distancia?
2. El sistema sigue en equilibrio después de organizar 6 ladrillos a cada lado y a la misma distancia del centro. ¿cree que esto se da porque los seis ladrillos están puestos de la misma forma de ambos lados o creees que no importa si se cambia la forma?
3. ¿Es posible que el sistema siga en equilibrio si se cambia la cantidad de un lado a otro?

# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

#### *Experimento “Equilibrio de latas”*

1. ¿Crees que, si pongo la lata inclinada, se va a mantener en equilibrio?
2. ¿Es posible, si le echamos agua, que esto se logre?
3. ¿Es posible lograr este equilibrio si en vez de agua echamos arroz o lentejas o algo sólido?

## Estudiante 2.

### *Experimento “Palo de escoba”.*

1. ¿Qué observó, percibió o sintió al levantar la olla desde diferentes distancias?
2. ¿Por qué cree que sucede esto?
3. ¿Si se cambia el material dentro de la olla, cambiará el resultado?
4. ¿Qué característica (materiales, fuerza de la persona, distancia, altura, etc.) cree que es la que más influye en el resultado obtenido?

### *Experimento “Equilibrio mecánico”*

1. ¿Usted cree que el sistema permanezca en equilibrio si se pone igual peso a cada lado y a la misma distancia?
2. ¿La forma de la distribución de los pesos tiene algo que ver para que el sistema se mantenga en equilibrio?
3. ¿Cómo cambiamos la forma para que el sistema permanezca en equilibrio?
4. ¿Por qué se mantiene en equilibrio?
5. Si cambiamos la cantidad de pesos de lado a lado, ¿se mantendrá el equilibrio?
6. ¿Qué piensas luego de ver el experimento físicamente?
7. ¿Será posible poner en un lado diez bloques y en el otro solo dos?

### *Experimento “Equilibrio de latas”.*

1. ¿Es posible poner la lata en equilibrio estando inclinada? La lata está vacía.
2. ¿Es posible, si le echamos agua, que esto se logre?

3. ¿Es posible lograr este equilibrio si en vez de agua echamos arroz o lentejas o algo sólido?

### Estudiante 3.

#### *Experimento “Palo de escoba”.*

1. ¿Qué observó, percibió o sintió al levantar la olla desde diferentes distancias?
2. ¿Por qué cree que sucede esto?
3. ¿Si se cambia el material dentro de la olla, cambiará el resultado?
4. ¿Qué característica (materiales, fuerza de la persona, distancia, altura, etc.) cree que es la que más influye en el resultado obtenido?

#### *Experimento “Equilibrio en un fideo”.*

1. Si en el montaje se tienen 6 bloques a un lado y 6 ladrillos al otro, ¿es posible establecer el equilibrio?
2. ¿La forma de distribuir los bloques viene que ver con el hecho de que el sistema esté en equilibrio?
3. Al mostrar el montaje, ¿qué piensas ahora?
4. Si se altera la cantidad de bloques a cada lado, ¿se mantendrá el equilibrio?
5. ¿Ahora qué piensas después de ver el montaje?

#### *Experimento “Equilibrio de latas”*

1. ¿Es posible poner la lata en equilibrio estando inclinada? La lata está vacía.
2. ¿Es posible, si le echamos agua, que esto se logre?
3. ¿Es posible lograr este equilibrio si en vez de agua echamos arroz o lentejas o algo sólido?