

**CONTRIBUCIONES DE LA MODELIZACIÓN PARA LA SUPERACIÓN DE  
DIFICULTADES DE APRENDIZAJE ASOCIADAS AL CONCEPTO DE FUERZA**

**PRESENTADO POR: ANGIE TATIANA ROZO ENCISO**

**LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS:  
ENFOQUES DIDÁCTICOS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
BOGOTÁ D.C**

**2024**

**CONTRIBUCIONES DE LA MODELIZACIÓN PARA LA SUPERACIÓN DE  
DIFICULTADES DE APRENDIZAJE ASOCIADAS AL CONCEPTO DE FUERZA**

**ANGIE TATIANA ROZO ENCISO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN FÍSICA**

**ASESORADO POR: SANDRA MILENA FORERO DÍAZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
BOGOTÁ D.C**

**2024**

## *Dedicatoria*

Dedico este trabajo a Eliana, mi mamá; es por ti que soy la persona que soy y estoy ahora consolidando este logro. Gracias por tu esfuerzo, tu amor incondicional y tu apoyo aún en la distancia, gracias sobre todo por inculcar en mí el deseo de formarme y ser la mejor en todo lo que haga. Te amo.

A mi papá Carlos; a mi hermana Valeria y a mis abuelas Delia y Martha. Gracias por acompañarme, cuidarme, apoyarme y amarme. No me alcanzaría la vida para retribuirles todo lo que han hecho por mí.

A Nataly y a mi chiquito Jared. Gracias por ser mis compañeros de vida tanto tiempo, por tanto, amor, por creer en mí y en mis capacidades (incluso más que yo), y por recalcar me que soy la mejor. Siempre tendrán un lugar en mi corazón.

## *Agradecimientos*

A mi alma mater, la Universidad Pedagógica Nacional. Gracias por acogerme, formarme y ayudarme a encontrar mi verdadera vocación.

A mi profe Sandra Forero, por su acompañamiento y apoyo, no solo como asesora, también como maestra y sobre todo como persona. Gracias por sus palabras y por toda la ayuda que me brindó cuando más lo necesité.

A todo el equipo de maestros, compañeras y compañeros que hacen (e hicieron) parte de la línea 4 de profundización “Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias: Enfoques Didácticos”; por ayudarme a encontrar mi lugar como estudiante y como futura maestra. Gracias también por brindarme los semestres más significativos de mi formación.

Al colegio Julio Garavito Armero I.E.D, a la profesora Diana Castro, la coordinadora Janeth Valenzuela y el profesor Álvaro Cisneros por su gestión y por permitirme tener el espacio dentro de la institución para hacer posible la presente investigación. Agradezco especialmente a los estudiantes del curso 11-03 por su participación y disposición dentro de este proceso.

A Tom, mi gato; gracias por llegar a mi vida cuando más lo necesitaba. Tu fiel compañía hizo más llevaderos los días malos, las noches y las madrugadas de trasnocho y arduo trabajo.

Finalmente, le doy las gracias a la Tatiana de los últimos cinco años, por no rendirse a pesar de lo difícil que llegó a ser en muchas ocasiones. Gracias a eso estoy hoy viendo los frutos de ese esfuerzo y proyectando mucho más.

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>12</b>
<b>REFERENTES TEÓRICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>Dificultades de Aprendizaje (DA).....</b>	<b>12</b>
<b>Aproximación histórica a las Dificultades de Aprendizaje.....</b>	<b>12</b>
<b>Concepto de Dificultades de Aprendizaje.....</b>	<b>14</b>
<b>Dificultades de Aprendizaje Específicas.....</b>	<b>18</b>
<b>Fuerza.....</b>	<b>23</b>
<b>Modelización.....</b>	<b>33</b>
<b>Modelización como enfoque didáctico.....</b>	<b>34</b>
<b>PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>46</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## Tabla de tablas

<i>Tabla 1 Enfoques actuales de investigación en Dificultades de Aprendizaje. Elaboración propia.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Algunas definiciones de Dificultades de Aprendizaje.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3. Teorías sobre el origen de las Dificultades de Aprendizaje. Elaboración propia. ....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Acepciones sobre la modelización .....</i>	<i>33</i>

## INTRODUCCIÓN

¿Por qué los estudiantes no aprenden la ciencia que les enseñamos? Es una pregunta común entre los profesores de ciencia (Pozo, 2000) y que sin duda conlleva reflexiones más allá del juicio de valor sobre las capacidades de los estudiantes y su disposición - o no - para aprender.

El aprendizaje de la Ciencia requiere un cambio representacional en los alumnos de sus modelos intuitivos, fundamentados en gran medida por principios del conocimiento cotidiano, a modelos explicativos soportados por principios del conocimiento científico. Sin embargo, este proceso de transición no resulta para nada sencillo, entre otras cosas, por la existencia de Dificultades de Aprendizaje (DA) dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar en la escuela. En el contexto de la formación en ciencias y en particular de Física, tienen lugar Dificultades de Aprendizaje Específicas (DAE), las cuales tienen un papel determinante para el logro de objetivos de aprendizaje propuestos por el maestro y resulta casi una necesidad poder identificarlas, caracterizarlas y abordarlas de manera oportuna y pertinente. Puntualmente de las DAE asociadas al concepto de Fuerza se ocupa el presente trabajo de investigación de carácter monográfico.

A pesar de que el campo de investigación en DA y DAE en Física lleva más de 60 años adelantando estudios que se ocupan de los factores que influyen en su aparición y permanencia, lo que se evidencia realizando una revisión de antecedentes alrededor de esta temática es que hacen falta estudios de carácter evolutivo, a través de los cuales se propongan estrategias didácticas que encaminen los procesos de enseñanza a la progresión del conocimiento de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza. Jiménez Gómez, Solano y Marín (2000). En este contexto se configura el presente trabajo de investigación, mediante el cual se presenta a la Modelización como enfoque didáctico para el abordaje y posible superación de DAE asociadas al concepto de Fuerza en el contexto escolar, orientado por la pregunta: ¿Cómo puede la modelización contribuir a superar las dificultades de aprendizaje específicas asociadas al concepto de Fuerza?

Para esto, se presenta la estructura del documento y el hilo conductor del mismo como sigue. En el capítulo I se presenta la problemática que moviliza en un primer momento la investigación, mencionada anteriormente (Permanencia de DAE asociada al concepto de Fuerza),

acompañada de la justificación, que permite reconocer la importancia de realizar procesos de intervención que permitan su superación; además de los objetivos con los que se orienta la metodología de investigación aplicada y la revisión de antecedentes que permite tener un panorama de las contribuciones en el campo, para definir las líneas a las que se pretende aportar.

En lo que respecta al capítulo II, se realiza un abordaje de los referentes teóricos que están a la base del desarrollo posterior de la monografía. En primer lugar, se presenta la aproximación histórica de las DA para su consolidación como categoría educativa específica; luego, se realiza un análisis de tipo histórico alrededor de la consolidación de la Fuerza como concepto fundamental en Física, haciendo especial énfasis en el trabajo realizado por Isaac Newton en su reconocida obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, a la cual se hace además un análisis epistemológico y ontológico con el fin de tener otro tipo de consideraciones para la sólida comprensión de las tres Leyes de Movimiento comúnmente abordadas dentro de las temáticas de Física en la escuela; además, se presenta la modelización comprendida como el proceso de aprendizaje que acompaña la construcción, aplicación, revisión y modificación de modelos (Clement and Rea-Ramirez, 2008, Nersessian 2008; Taber, 2013), vista además desde un enfoque didáctico. Los anteriores elementos permiten configurar entonces la propuesta de intervención que llevada al aula y con la cual se busca promover la progresión en las ideas de los estudiantes sobre de este concepto.

Finalmente, en el capítulo III, se presenta el análisis de los resultados obtenidos de la propuesta de intervención llevada al aula y la discusión alrededor de la progresión de las ideas de los estudiantes a partir de sus modelos iniciales, en contraste con los modelos explicativos consolidados al final de este proceso. Con base en este análisis se exponen las conclusiones a las que esta investigación pudo llegar, que, en suma, enmarcan a la modelización como una práctica valiosa dentro del aula, la cual permite, entre otras cosas, abordar de manera adecuada diferentes DAE asociadas al concepto de Fuerza y aportar para su superación.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la historia de la educación, los docentes han enfrentado numerosos retos al intentar hacer que el aprendizaje de los estudiantes sea efectivo y acorde con los objetivos formativos. En este contexto, las dificultades de aprendizaje (DA) han sido determinantes para alcanzar esos objetivos, por lo que son muy relevantes para este trabajo monográfico.

La investigación sobre las dificultades de aprendizaje se remonta a la década de 1960 y desde entonces se ha centrado en el estudio de los factores que influyen en la aparición y permanencia de estas (Kirk & Bateman, 1962). Estos factores pueden ser cognitivos, neurológicos o emocionales; así como pueden estar relacionados con el ambiente educativo, las características de los procesos de enseñanza permeados por el diseño y la concepción curricular tanto de los docentes como de las instituciones; la interacción social, entre otros. En el campo de la educación en Ciencias, específicamente en Física, se han identificado distintas dificultades de aprendizaje específicas (DAE) (Simon, 2003; Etkina, Gentile, & Van Heuvelen, 2005), tales como:

- Dificultad en la comprensión de conceptos.
- Dificultad en el desarrollo de habilidades de razonamiento matemático.
- Dificultad en la relación-representación de conceptos y/o fenómenos en situaciones cotidianas.
- Dificultad en la interpretación de gráficos y diagramas, entre otras.

Estas dificultades pueden obstaculizar la construcción de conocimiento científico en el aula, y esa debe ser razón suficiente para que el docente, al estar involucrado en estos procesos, se interese en su identificación, análisis, investigación y abordaje pertinente. Delimitando el caso de estudio para este trabajo de grado, se focaliza en el concepto de Fuerza en Física y las DAE asociadas a este concepto.

En este sentido, el término “fuerza” es de uso común desde la antigüedad para describir diversas acciones (como un golpe, empujón, patada, etc.), como propiedades intrínsecas de un

cuerpo o un objeto y como sinónimo de resistencia o incluso como adjetivo en expresiones cotidianas (“La fuerza del amor”, “Su fuerza de voluntad”, etc.) Thompson, Norris & Aroian (2011); Jones, et al (2018), por lo cual su concepto resulta ser de carácter polisémico. Sin embargo, en el ámbito científico, su significado difiere de sus usos comunes.

Los estudiantes, que entienden la fuerza basada en experiencias cotidianas, se enfrentan por primera vez al concepto en el contexto de la Física, específicamente en la temática de Fuerza y Movimiento, donde su comprensión es fundamental para avanzar en el conocimiento científico. Según los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), este concepto se debe abordar en los contenidos curriculares de los grados noveno y décimo de educación básica y media, respectivamente.

A pesar de considerarse un concepto "básico" dentro del amplio espectro de conceptos, teorías y fenómenos que engloba la Física, y ser una temática fundamental dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la disciplina, la concepción con la que muchos estudiantes egresan de las instituciones, e incluso aquellos que ingresan a programas de formación superior que involucran áreas de conocimiento en ciencias, está bastante alejada de los tópicos estudiados y competencias aprobadas actualmente por la comunidad científica.

Dentro de la didáctica de las ciencias hay una extensa documentación producida por la línea de investigación dedicada al estudio de las concepciones de los alumnos sobre los diferentes tópicos de ciencias. En este sentido, desde 1979 se vienen realizando estudios y delimitaciones sobre las ideas que tienen los alumnos sobre el concepto de fuerza. Trabajos como los de Viennot (1979), Watts (1982 y 1983), Finegold & Gorsky (1991) son algunos de los muchos materiales de referencia que se encuentran al respecto y que identifican concepciones como:

- La fuerza considerada como una propiedad ligada al cuerpo.
- Las fuerzas son obligaciones para realizar una acción en contra de alguna resistencia.
- La fuerza es una acción que realiza alguien o algo.
- Las fuerzas son necesarias para mantener un cuerpo en movimiento.

Entre otras muchas que, pese a identificarse hace más de 40 años, se siguen replicando. Por lo tanto, vale la pena enfatizar en que existen DAE involucradas directamente en los procesos de

enseñanza-aprendizaje de este concepto y las temáticas subsecuentes a este. Aunque los estudios descriptivos sobre concepciones son la base para identificarlas y diagnosticarlas, de acuerdo con Jiménez Gómez, Solano y Marín (2000), se necesitan dirigir los esfuerzos hacia estudios evolutivos, que permitan conocer cómo progresa el conocimiento de los alumnos sobre un contenido de enseñanza, y, con estos, proponer estrategias didácticas que encaminen los procesos de enseñanza hacia esta progresión.

Una de las líneas de investigación que ha venido tomando fuerza dentro de la didáctica de las ciencias en los últimos años es la de modelos y modelización, en términos generales, enseñanza y aprendizaje basado en modelos (Clement and Rea-Ramírez, 2008, Nersessian 2008; Taber, 2013). Para efectos de esta investigación, será de interés el enfoque artefactual de los modelos, propuesto por Knuuttila (2005), el cual concibe los modelos no solo como representaciones sino también como artefactos epistémicos. Según Knuuttila (2005), "esto permite reconocer sus distintas funciones en cuanto a su uso, producción, construcción de conocimiento e interacción con el mundo" (p. 123), lo cual conlleva a considerar los modelos como artefactos de conocimiento. Por otro lado, se tienen a consideración elementos del enfoque multidimensional propuesto por Tamayo, López y Orrego (2017). Este enfoque resalta las dimensiones epistemológicas, ontológica y cognitivo-lingüística de los individuos, las cuales resulta pertinente identificar en los modelos que constituyen las teorías discutidas dentro de la comunidad científica a lo largo de la historia.

A partir de los elementos presentados anteriormente, como las concepciones de los alumnos sobre el concepto de fuerza, las DAE ligadas a estas concepciones y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias basada en modelos, surge la siguiente pregunta de investigación que guiará el presente trabajo:

*¿Cómo puede la modelización contribuir a superar las dificultades de aprendizaje específicas asociadas al concepto de Fuerza?*

## **JUSTIFICACIÓN**

En sintonía con la propuesta de Jiménez Gómez et al. (2000), quienes enfatizan la necesidad de diseñar estrategias didácticas que promuevan la progresión del conocimiento de los estudiantes, se fundamenta la justificación para la realización de este trabajo monográfico.

En primer lugar, es crucial reconocer que la comprensión del concepto de fuerza es fundamental no solo para abordar fenómenos relacionados con el movimiento, sino también como base conceptual para comprender una amplia gama de conceptos y principios, como los de carácter electromagnético (Fuerza eléctrica, fuerza magnética, campo, interacción entre cargas, entre otros). Por lo tanto, una comprensión sólida de la fuerza es esencial para que los estudiantes puedan explorar y comprender los principios fundamentales más allá de lo concerniente a las Leyes de Newton y la dinámica de los cuerpos.

Por otro lado, siguiendo a Tamayo (2013), históricamente no se ha favorecido ni el conocimiento ni la construcción, consciente y deliberada de modelos por parte de los alumnos. En este contexto, la modelización se presenta como una a través de la cual se pueden abordar las dificultades de aprendizaje asociadas al concepto de fuerza. La modelización, definida como el proceso de construir y utilizar modelos para representar, entender y predecir fenómenos del mundo real (Gilbert, 2008), ofrece un marco conceptual y metodológico que puede ayudar a los estudiantes a superar dificultades en su comprensión de la fuerza como concepto físico fundamental.

Investigaciones previas han destacado el alcance de la modelización en términos de comprensión conceptual y aproximación a la investigación científica (Domènech, 2015; Céspedes, s.f & Sánchez, 2017). A partir de los modelos iniciales que construyen los alumnos respecto a su concepción de Fuerza, se pueden identificar las dificultades de aprendizaje implícitas en estos; estas dificultades se convierten en el puente entre dichos modelos iniciales y la propuesta de intervención en el aula que encamina el proceso de aprendizaje hacia la apropiación de la modelización como una práctica que le permite al estudiante aprender ciencia, aprender sobre la ciencia y aprender a hacer ciencia. Al involucrar a los estudiantes en la construcción, discusión y revisión de modelos que representan conceptos abstractos como la fuerza, se busca generar aprendizajes conceptuales, procedimentales y epistemológicos (Godoy, 2018)

En ese sentido, este trabajo de investigación se propone analizar y evaluar las contribuciones de la modelización como enfoque didáctico para la superación de dificultades de aprendizaje específicas relacionadas con el concepto de fuerza.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Determinar cómo la modelización puede contribuir al abordaje de las dificultades de aprendizaje específicas asociadas al concepto de Fuerza.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar las Dificultades de Aprendizaje Específicas del concepto de Fuerza en los estudiantes del curso 11-03 de la Institución Educativa Distrital Julio Garavito Armero.
- Realizar un análisis multidimensional (histórico, epistemológico y ontológico) de los modelos que componen las teorías y principios físicos de base.
- Implementar, basándose en el análisis anterior, una propuesta de intervención que oriente los procesos de aprendizaje de los estudiantes hacia la construcción, análisis y discusión de modelos explicativos.
- Evaluar la progresión desde los modelos iniciales hacia los modelos explicativos resultantes de la propuesta de intervención en el aula.

## **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

La metodología de investigación seguida en este trabajo es de carácter cualitativo, conforme a Aristizábal (2008), el enfoque reflexivo de la investigación cualitativa implica que el investigador se acerque a los fenómenos sociales investigados (en este caso, las Dificultades de Aprendizaje Específicas – DAE asociadas al concepto de Fuerza), participando en el mundo de los grupos sociales investigados (contexto educativo particular). En esta perspectiva, el investigador desempeña un papel fundamental en la recolección de información, ya que de él depende en gran medida la forma como se acerca a la realidad y puede obtener datos de ella. Para ello, se definen

diferentes etapas en las cuales se caracterizan elementos puntuales como el método a seguir, las técnicas utilizadas y el diseño propuesto, las cuales se definen a continuación.

En un primer lugar, debido al carácter monográfico de la investigación, se realizó una revisión documental alrededor del concepto de fuerza y su consolidación como concepto fundamental para el análisis de los fenómenos asociados con el movimiento de los cuerpos; las Dificultades de Aprendizaje, su configuración como categoría educativa específica y las DAE en relación con el aspecto disciplinar previamente definido (fuerza); y finalmente, la modelización como enfoque didáctico y sus implicancias en los procesos de aprendizaje.

Posteriormente, a través de la observación participante, definida por Ramírez, A(s.f) como aquella en la que el investigador juega un papel dentro de la comunidad en la que se realiza la investigación, se identificaron y registraron características y elementos de interés dentro de la investigación en el grupo de estudiantes del curso 11-03 del Colegio Julio Garavito Armero I.E.D, incluyendo lógicas organizacionales y de trabajo, aspectos de la infraestructura física y tecnológica y las DAE implícitas en modelos iniciales.

En un tercer momento, se implementó la propuesta de intervención en el aula, la cual sigue un diseño pre-experimental ya que "no hay selección aleatoria de elementos, ni se incluye un grupo control" (Ramírez, s.f., p. 48); con el objetivo de dar cuenta del posible cambio experimentado en los modelos explicativos del grupo de prueba a causa de la implementación de la propuesta de intervención encaminada al abordaje de las DAE identificadas en la etapa anterior.

Finalmente, para analizar la progresión entre los modelos iniciales y los modelos explicativos finales y su relación con la permanencia o no de las DAE identificadas en la etapa anterior, se sigue un método de análisis-síntesis. Se incluyen algunos aspectos como "la observación del fenómeno, sus hechos, comportamiento, partes y componentes, descripción e identificación de sus características" (Ramírez, s.f., p. 40), con el fin de establecer sus relaciones, clasificación de las partes y conclusión sobre los resultados obtenidos.

## ANTECEDENTES

Para la revisión de antecedentes, se definieron tres líneas de trabajo: la primera se centró en investigaciones relacionados con modelos y modelización en contextos de enseñanza en ciencias; la segunda abordó investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje del concepto de Fuerza y finalmente la línea de investigación alrededor de DA y DAE asociadas al concepto de Fuerza en el contexto escolar. Se realizó una búsqueda a nivel local (trabajos provenientes del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, trabajos de grado y posgrado de las universidades Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional de Colombia), nacional (Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle, entre otras) y a nivel Latinoamérica (trabajos de grado y posgrado de diferentes universidades y artículos en revistas de educación).

En relación a la primera línea de trabajo, se destacan investigaciones relacionadas con la modelización desde la perspectiva didáctica, la cual moviliza la construcción de modelos explicativos; que se diferencia de otra línea de trabajo referida a la modelación matemática y/o computacional de diferentes tipos de sistemas, esta última aplicada generalmente en ámbitos como la ingeniería; la primera, por otro lado, se sitúa en el contexto escolar y en los procesos de enseñanza-aprendizaje, el cual resulta de interés para el presente trabajo de investigación. Con base en lo anterior, se destacan las siguientes aportaciones:

- Modelización de una actividad de la física para mejorar la enseñanza del concepto de función. Camacho Ríos, Alberto, Valenzuela González, Verónica, & Caldera Franco, Marisela Ivette. (2017).
- Modelización como estrategia didáctica para el análisis de diferentes fenómenos físicos: El arcoíris, sistema tierra-sol, movimiento de placas tectónicas y el fenómeno de subducción en la Tierra. Galarza, A(2021); Escamilla, L (2019) y Robles, C (2021).
- Resultados de una intervención orientada a la modelización entre Física-Música en formación inicial docente. Soto Alvarado, M., & Porflitt Becerra, F. (2024).

- Revisión bibliométrica sobre la modelización en ciencias naturales (2008-2018). Rodríguez Salamanca, K. L. (2019).

Dentro de esta revisión es importante mencionar los diferentes aportes que han surgido de estas investigaciones. Entre ellos se encuentran consideraciones de tipo metodológico para orientar a los estudiantes en su construcción de conocimiento a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje, los alcances de la modelización para el abordaje de nuevas temáticas y la importancia de la relación que se establezca con la experiencia de los estudiantes y las formas socialmente construidas de representación del fenómeno. Según Robles (2021), se destaca "la importancia de actividades novedosas en el aula para despertar el interés, tanto de los estudiantes como actores principales como del docente que hace el trabajo de guía y mediador en cada uno de los debates dados en torno a un problema dado" (p. 50).

En cuanto a la segunda línea de trabajo, se trata de la más extensa en términos de la producción de trabajos de investigación que realizan un abordaje de la consolidación del concepto de Fuerza en física y el papel de este en contextos educativos mediado por diferentes procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo anterior, se delimita la búsqueda y selección de documentos en el periodo comprendido desde el año 2015 hasta la actualidad, identificando las principales tendencias de investigación en torno a la temática: Análisis histórico y la recontextualización del concepto de fuerza, formalización matemática del concepto de fuerza, aproximación al concepto de fuerza considerando ideas previas, diseño y construcción de dispositivos experimentales para el estudio de fuerzas, reflexión en torno a la actividad experimental como facilitadora y el concepto de fuerza mediado por ambientes de aprendizaje. Sin embargo, se destacan las siguientes aportaciones al considerarse más acorde con los intereses del presente trabajo:

- Ganancia en el aprendizaje del concepto de fuerza y cambio en las actitudes hacia la física en estudiantes de la Escuela Preparatoria de Tonalá. Santana-Fajardo, J. L., (2018).
- Análisis histórico y recontextualización del concepto de fuerza. Uribe, M (2018)
- Uso del inventario sobre el concepto de fuerza como herramienta para monitorear el cursado de Física I. Budini, N., Marino, L., Giuliano, M., Carreri, R., Cámara, C., & Giorgi, S. (2019)

- Caracterización De Los Procesos De Recontextualización De Saberes En Física. Una propuesta de intervención desde la fuerza, la refracción y las reflexiones metafísicas. Bermúdez, J., Hernández, O. & Ruiz, Y. (2018)

Finalmente, la línea de trabajo sobre DA y DAE asociadas al concepto de Fuerza en el contexto escolar es la menos extensa en términos de investigaciones dedicadas a esa temática en particular, por lo cual, se hace un análisis de diferentes propuestas de enseñanza-aprendizaje alrededor del concepto de Fuerza, se identifican líneas de trabajo y se rastrean algunas dificultades como punto de partida para una propuesta de intervención, ésta tiene lugar en el apartado de Refrentes teóricos que se presenta a continuación. Sin embargo, se destacan las siguientes aportaciones, las cuales permiten ubicar en qué lugar se encuentra la investigación en el campo actualmente:

- Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática. Garcia C, Yorlady (2011)
- Students' understanding of vectors in the context of forces. Flores-García, S., Alfaro-Avena, L., Dena-Ornelas, O., & González-Quezada, M. (2008)

Esta revisión de antecedentes permite enmarcar un panorama general de las investigaciones y aportaciones realizadas alrededor de estos tres ejes temáticos, a partir de los cuales se configura este trabajo de investigación. En ese sentido este trabajo de grado pretende aportar a tres líneas respectivamente:

- Análisis de los modelos explicativos referentes al concepto de Fuerza, que conforman las teorías y principios físicos discutidos por la comunidad científica a lo largo de la historia, desde un enfoque multidimensional (histórico, epistemológico y ontológico).
- Modelos como artefactos epistémicos y su incidencia en la comprensión del concepto de Fuerza.
- Modelización como práctica que facilita el abordaje de dificultades de aprendizaje específicas asociadas al concepto Fuerza y su superación.

## CAPITULO II

### REFERENTES TEÓRICOS

Para fundamentar el presente trabajo de investigación, se definen tres elementos clave. En primer lugar, se abordan las Dificultades de Aprendizaje (DA), cuyo campo de investigación se remonta a la década de 1960 y ha investigado los diversos factores que influyen en la generación y permanencia de éstas (Kirk & Bateman ,1962). En segundo lugar, se analiza el concepto de Fuerza, que cimienta el aspecto disciplinar en el marco de la formación dentro de la licenciatura. Por último, se define la Modelización como tercer elemento, el cual da sustento y sentido pedagógico a la propuesta de intervención en el aula que se presenta más adelante.

#### **Dificultades de Aprendizaje (DA)**

Resulta pertinente realizar una aproximación histórica de lo que ha sido la consolidación de las DA como categoría educativa específica. Para ello, se expondrán las diferentes etapas o fases por las que ha transitado la investigación en el campo; así mismo, los diferentes enfoques bajo los cuales se han orientado dichas investigaciones, las definiciones particulares de lo que se ha considerado una DA, las teorías sobre los factores que intervienen en su consolidación, así como sus respectivos modelos de clasificación. Para así definir la ruta que orientará los procesos metodológicos en este trabajo investigativo.

#### **Aproximación histórica a las Dificultades de Aprendizaje**

Distintas investigaciones sobre antecedentes de las DA, Wiederholt (1974), Kavale (1992) y Wong (1996), coinciden en reconocer la existencia de la denominada “*etapa de fundación*”, la cual recoge los trabajos realizados hasta 1940 relacionados con el estudio de trastornos específicos, sobre todo los concernientes al lenguaje, como es el caso de la *afasia*. Esta etapa resulta significativa ya que sienta las bases para un primer reconocimiento de las DA como consecuencia de lesiones y/o alteraciones en algunas regiones específicas del cerebro. Broca (1861), Hinshelwood (1917) y Orton (1928).

Una segunda etapa se define como la etapa de “*transición*”, desarrollada entre los años 1940 y 1963. Esta etapa se caracteriza por enfocarse en el desarrollo de la hipótesis lingüística

como principal fundamento para la explicación de las DA, de la mano con desarrollos en el ámbito neurológico y consideraciones respecto a las capacidades sensoriales, motrices y perceptivas que influyen en los procesos de aprendizaje.

Se sigue entonces con la llamada etapa de “*consolidación*”, la cual recoge gran parte del desarrollo investigativo realizado desde 1963 hasta la actualidad. Es aquí donde se reconocen las DA como una categoría educativa específica, respecto a su desarrollo, problemática y clasificación. En esta fase se destaca el trabajo realizado por S. Kirk y sus aportaciones de índole conceptual en la construcción de una primera definición formal de DA; así como su importante papel en los procesos de acompañamiento y fundación de las primeras instituciones/asociaciones movilizadas por la necesidad de atender a la población educativa afectada por esta problemática.

Finalmente, llegamos a la que se considera la etapa “*actual*” dentro del proceso histórico de consolidación de las teorías sobre las DA. Esta se caracteriza por el desarrollo de tres vías explicativas y por lo tanto investigativas: Enfoque Neurológico, Enfoque Bioquímico y Enfoque Psicopedagógico.

En la siguiente tabla se resumen las principales características que permiten diferenciar y reconocer el campo de interés en el que enfatiza cada enfoque.

**Tabla 1**

*Enfoques actuales de investigación en Dificultades de Aprendizaje. Elaboración propia.*

<b>Características</b>	<b>Enfoque Neurológico</b>	<b>Enfoque Bioquímico</b>	<b>Enfoque Psicopedagógico</b>
<b>Perspectiva</b>	Diagnóstica	Biológica	Psicológica
<b>Causas Propuestas</b>	Lesión cerebral, genética	Desequilibrios metabólicos, déficit nutricional	Deficiencias en procesos psicológicos, falta de estrategias pedagógicas
<b>Conceptos Clave</b>	Desorden orgánico, daño cerebral, genética	Desequilibrio metabólico, neurotransmisores	Deficiencias cognitivas, estrategias pedagógicas
<b>Investigadores Destacados</b>	Goldstein (1942), Critchley (1968)	Wender (1971), Benton (2010).	Torgensen (1990)
<b>Problemas Abordados</b>	Existencia y prevalencia de DA, relación con lesiones cerebrales y genética	Desarrollo de DA por desequilibrios metabólicos y aspectos nutricionales	Definición, etiología, diagnóstico, tratamiento, heterogeneidad.

<b>Enfoque Cognitivo</b>	No se enfoca en aspectos cognitivos	Enfoque biológico, considera la transmisión química neuronal	Centrado en procesos psicológicos y comprensión de la mente del estudiante
<b>Relación con la Educación</b>	Principalmente diagnóstico, no se centra en intervenciones educativas	Aborda aspectos biológicos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje	Se enfoca en estrategias pedagógicas y su impacto en el aprendizaje

### **Concepto de Dificultades de Aprendizaje**

Según Santiuste & González (2020), de la pluridimensionalidad del proceso de aprendizaje trasciende tanto el enfoque psicológico como el pedagógico. Por tanto, un estudiante con DA puede enfrentar no solo problemas psicológicos, sino también biológicos y sociales. Esta complejidad contribuye a la confusión entorno al concepto de DA, ya que no hay un consenso claro sobre su definición en el ámbito escolar.

Al igual que en los enfoques, el concepto de DA puede abordarse desde dos perspectivas paradigmáticas (Defior, S. 1996; Vallés, A. 1998; Ortiz, M. 2004). El primer lugar, se puede entender de manera restringida y específica como una categoría diagnóstica, como se describe en el DSM-IV (Manual Diagnóstico Y Estadístico De Los Trastornos Mentales) y el NJCLD (National Joint Committee for Learning Disabilities). Las DA abarcan una variedad de problemas significativos en el aprendizaje de procesos intrínsecos al individuo.

Por otro lado, el segundo enfoque, de alcance más amplio, considera que las DA no son exclusivamente del estudiante, sino que también están influenciadas por factores cognitivos, pedagógicos y contextuales; deben entenderse como una interacción compleja entre varios elementos, y no de manera aislada. De Ortuzar. (2011); Pozo y Monereo. (1999)

Resulta complejo entonces recopilar y seleccionar un único modelo que represente todas las tendencias científicas consolidadas hasta el día de hoy en este amplio campo de las DA. Por eso, se usa el trabajo de recopilación y análisis presentado por Santiuste & González (2020), que compara las definiciones de DA que han tenido fuerza en la historia, sus diferencias y similitudes de una respecto a otra y su aportación en esta área de investigación.

**Tabla 2.**

Algunas definiciones de Dificultades de Aprendizaje.

Definiciones	Retraso/Trastorno en procesos	Discrepancia	Disfunción SNC	Resultado de	No resultado de	Aportación novedosa
<b>Kirk (1962)</b>	Sí, procesos de aprendizaje implicados en lo lingüístico y aritmético	No	Sí	Disfunción cerebral y/o alteración emocional	-Discapacidad intelectual -Deprivación sensorial -Factores culturales e instruccionales	No considera la alteración emocional resultado de DA
<b>NACHC (1968)</b>	Sí, procesos psicológicos y de aprendizaje implicados en comprensión y factor lingüístico	No	Sí	Trastornos en aspecto lingüístico y aritmético -Déficit perceptivo -Afasia del desarrollo	-Déficits visuales, auditivos o motores -Discapacidad intelectual -Alteración emocional -Desventaja ambiental	Incluye procesos psicológicos que son resultado de déficits perceptivos, afasia del desarrollo, dislexia.
<b>Northwestern University (1969)</b>	Sí, procesos como: -Percepción -Integración -Expresión	Sí	No	Déficits de procesos de aprendizaje esenciales	-Deficiencias sensoriales -Deficiencias motoras -Deficiencias intelectuales -Ausencia de oportunidades para aprender	Señala déficits de tres procesos de aprendizaje. Habla de remediación mediante técnicas de educación especial
<b>CEC/DCLD (1982)</b>	Sí, procesos como: -Percepción -Integración -Expresión	No	Sí	Déficits de procesos de aprendizaje esenciales	Déficits en habilidad mental, procesos sensoriales y estabilidad emocional	No son resultado de habilidad mental, procesos sensoriales o estabilidad emocional inadecuados. Contradicción con Kirk
<b>USOE (1977)</b>	Sí, habla de procesos psicológicos básicos implicados en aspectos de comprensión y lingüístico	No	Sí	-Hándicaps perceptivos -Lesión cerebral -Disfunción cerebral -Afasia del desarrollo	-Déficits visuales, auditivos o motores -Discapacidad intelectual -Alteraciones emocionales -Desventajas ambientales, culturales o económicas	
<b>NJCLD (1988)</b>	No, no habla de procesos y sí de grupo heterogéneo de trastornos	No	Sí	Dificultades en adquisición y uso de aspectos lingüísticos y aritméticos	-Condiciones incapacitantes -Influencias extrínsecas	Habla de trastornos intrínsecos al individuo que pueden ocurrir a lo largo del ciclo vital. Coexisten con problemas en: Conductas de autorregulación percepción social, interacción social
<b>Interagency Committee on Learning Disabilities (1987)</b>	No, no habla de procesos y sí de grupo heterogéneo de trastornos	No	Sí	Disfunción del SNC	-Señala que una de las manifestaciones de las DA son dificultades en la adquisición y uso de habilidades sociales -Las DA no se consideran resultado directo de un trastorno por déficit de atención	

Nota. Adaptado de “Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica”. 3ª Edición, por Santiuste, V & González, J; 2020, Ediciones de la U.

De la mano con los enfoques y los conceptos que se han gestado en este campo de las DA, se han desarrollado diferentes teorías que buscan dar razón del origen de estas. Se presenta

entonces, para efectos de comprensión y análisis, la siguiente tabla en la que se recogen los elementos más significativos de las principales teorías sobre el origen de las DA.

**Tabla 3.**

*Teorías sobre el origen de las Dificultades de Aprendizaje. Elaboración propia.*

<b>Características</b>	<b>Teorías Organicistas</b>	<b>Teorías de Déficit Específicos</b>	<b>Teorías Psicogénicas</b>	<b>Teorías Ambientalistas</b>
<b>Perspectiva</b>	Orgánica/neurológica	Déficits específicos perceptivos, intelectivos y psicomotores	Afectivo-emocional, personalidad	Ambiental, influencia del entorno
<b>Autores Relevantes</b>	Werner y Strauss (1940)	Orton (1937), Kephart (1964)	Freud	Bronfenbrenner (1987)
<b>Causas Propuestas</b>	Trastornos orgánicos, lesiones cerebrales	Déficits específicos perceptuales, intelectuales y psicomotores	Problemas afectivos-emocionales, conflictos internos	Influencias ambientales, familia, entorno escolar
<b>Enfoque Cognitivo</b>	No enfocado en procesos cognitivos	Se centra en déficits cognitivos específicos	Relacionado con afectividad y personalidad	Considera el entorno y las metodologías de enseñanza
<b>Impacto en el Aprendizaje</b>	Atribuye las DA a trastornos orgánicos	Señala déficits específicos como causa	Relaciona problemas emocionales con el no aprendizaje	Enfocado en la influencia del ambiente en el aprendizaje

Después de revisar los desarrollos históricos en el campo de investigación de las Dificultades de Aprendizaje (DA), podemos trazar una ruta que se ajuste a los objetivos de este trabajo de investigación. Cada uno de los enfoques, conceptos y teorías examinados influye en nuestra comprensión de lo que significa enfrentar una dificultad de aprendizaje en el aula.

Por lo tanto, en este punto es relevante posicionarse con respecto a la construcción que se ha hecho en torno al concepto de DA. Esta postura será fundamental para orientar la propuesta metodológica que se desarrollará a continuación.

Es importante reconocer la existencia de las DA que están directamente relacionadas con factores intrínsecos al individuo, como disfunciones del SNC, déficits y trastornos específicos, así como lesiones cerebrales, entre otros. Por otro lado, lo que los enfoques y estudios actuales evidencian es una amplia gama de DA que no solo dependen de factores neurológicos, biológicos y/o genéticos, sino que también pueden estar influenciadas por factores cognitivos y contextuales.

Partiendo de esta premisa, las DA de interés para el presente trabajo de investigación son aquellas comprendidas como el resultado de diferentes interacciones entre factores de tipo cognitivo y contextual (De Ortuzar, 2011; Pozo y Monereo, 1999)

En función de esta definición, es relevante centrarse en las investigaciones desarrolladas desde el enfoque Psicopedagógico (presentado anteriormente), ya que este enfoque aborda consideraciones cognitivas, es decir, se enfoca en comprender de lo que sucede en la mente de los estudiantes.

De manera complementaria, resultan interesantes las teorías ambientalistas sobre el origen de las DA, ya que señalan al ambiente pedagógico como posible causa de estas. Estas teorías también destacan la importancia de las diferentes metodologías de enseñanza y se reconoce la importancia de la calidad en la relación establecida entre el profesor y el alumno.

A partir de este panorama sobre lo establecido en torno a las DA, es necesario delimitar y enfocar lo que impulsa este trabajo de investigación.

En el campo de la educación en Ciencias y en particular de la Física se han identificado distintas dificultades de aprendizaje específicas (DAE) (Simon, 2003; Etkina, Gentile, & Van Heuvelen, 2005), tales como:

- Dificultad en la comprensión de conceptos.
- Dificultad en el desarrollo de habilidades de razonamiento matemático.
- Dificultad en la relación-representación de conceptos y/o fenómenos en situaciones cotidianas.
- Dificultad en la interpretación de gráficos y diagramas, entre otras.

Para fortalecer el marco teórico de este trabajo de investigación, es relevante llevar a cabo una revisión de antecedentes, adicional a lo rastreado en los trabajos de García, Y (2011) y Flores-

García, S et al. (2008) y presentados en el capítulo I, ya que no resultan suficientes. La revisión ofrecerá un panorama más amplio de los avances de las Dificultades de Aprendizaje Específicas (DAE) y las líneas de trabajo actuales identificadas en diversas propuestas didácticas relacionadas con las Leyes de Newton y el concepto de Fuerza asociado a estas leyes.

En relación con el rastreo de trabajos dedicados al análisis de las DAE del concepto de Fuerza y las Leyes de Newton, no se estableció un margen en fechas para la revisión, debido al reducido volumen de aportes realizados en este campo. Por otro lado, para la revisión de trabajos de investigación sobre el aprendizaje de las leyes de Newton, se delimitó la búsqueda y selección de estos desde 2015 hasta la época actual, por la cantidad de estudios de caso, propuestas didácticas y otros productos que se han gestado, por el interés y relevancia de esta temática dentro de los procesos formativos en Física.

Como resultado de esta búsqueda y selección se logran identificar cinco líneas de trabajo actuales: La primera definida como una línea de trabajo dedicada al estudio y análisis de las DAE que surgen en los procesos de enseñanza-aprendizaje del concepto de Fuerza, mayormente trabajado dentro de la temática de Leyes de Newton; las demás líneas fueron definidas con base al enfoque mediante el cual se orientan en gran medida el desarrollo e implementación de propuestas de enseñanza para el aprendizaje de las Leyes de Newton y el concepto de Fuerza que fundamenta cada una de ellas, las cuales son: Enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton mediadas por herramientas TIC, actividad experimental para la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton, enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton a través de Metodologías Activas y Modelización como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton. Para cada una se realiza un análisis descriptivo y cualitativo alrededor del desarrollo, resultados y conclusiones significativas y de las dificultades del diseño, implementación y evaluación.

### **Dificultades de Aprendizaje Específicas**

Respecto a esta primera revisión, se tuvieron en cuenta para el análisis correspondiente los aportes realizados por García & Dell'Oro (s.f), Castro (2011) y Bolaños & Giraldo (2016); éstos movilizados por el objetivo de hacer un rastreo de estas dificultades específicas que surgen al momento de trabajar en el aula el tópico de Leyes de Newton, los conceptos, principios e ideas subsecuentes a estas; además de buscar identificar las posibles causas de estas.

Dentro de los resultados de estos trabajos se destacan como aportes significativos el rastreo de dificultades como: Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas, dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos, dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento, dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, entre otras. Adicional a esto, llama la atención que todos los autores coinciden en considerar las ideas previas (alternativas, preconceptos, etc.) como principal causa de origen de estas dificultades.

Aunque ninguno de los trabajos presenta una propuesta para abordar o intervenir las dificultades identificadas, exponen algunas recomendaciones y conclusiones, dentro de las que se destaca la importancia del reconocimiento de estas ideas previas de los estudiantes y la necesidad de desarrollar e implementar estrategias para la reestructuración de estas, reconociendo su importancia y sin pretender reemplazarlas forzosamente por las ideas propias de la disciplina.

### **Enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton mediadas por herramientas TIC**

Para la caracterización de esta línea se revisaron los trabajos de Vásquez Osorio (2017), Bermeo & Rodríguez (2020) y Barahona Henao (2015); en los cuales los recursos y herramientas TIC resultan ser protagonistas para la intervención en el aula. Se hace uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), laboratorios y simulaciones virtuales (2D Y 3D), videos instructivos y diferentes recursos tecnológicos como mediaciones para los procesos de instrucción y acompañamiento por parte del docente como para los propios procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Dentro de los principales resultados y conclusiones se destacan el uso de las TIC como foco de motivación e interés y el impacto positivo que tienen estas tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que permiten consolidar fácilmente diferentes conceptos importantes para la comprensión de las leyes de Newton, al permitir manipular y dar cuenta de diferentes variables que intervienen en los distintos fenómenos físicos.

Por otro lado, dentro de las conclusiones presentadas en las distintas propuestas se logra evidenciar la persistencia de dificultades tanto en los procesos desarrollados por el docente como los llevados a cabo por los estudiantes, las cuales se expresan como:

- Dificultad para el acceso a recursos tecnológicos.
- Dificultad para establecer relaciones a través del lenguaje utilizado por el docente y el utilizado por el estudiante.
- Dificultad para relacionar el lenguaje científico con el lenguaje común.
- Dificultades en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
- Dificultad en el manejo de tiempos de instrucción y desarrollo de actividades.

### **Actividad experimental para la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton**

Dentro de esta línea se tuvieron en cuenta las propuestas presentadas por Jaramillo Mazo (2021) y López Santos (s.f). Ambas se caracterizan por presentar secuencias didácticas que buscan, a través actividades experimentales exploratorias, fomentar la participación de los estudiantes, desarrollar habilidades de predicción y aplicación de conceptos físicos, promover su capacidad para resolver problemas y movilizar el proceso de construcción de conocimiento científico.

Dentro de los resultados y conclusiones presentadas en los documentos se destaca la expresión de conocimientos por parte de los estudiantes y la generación de motivación y participación en el proceso de aprendizaje, la importancia de la construcción colectiva de conocimiento a través de la experimentación cualitativa exploratoria, el trabajo en equipo y la aplicación del método deductivo como herramienta de aprendizaje.

De forma similar a la línea de trabajo expuesta anteriormente, en ambas propuestas se logra evidenciar la prevalencia de dificultades en el desarrollo de los diferentes procesos teóricos y prácticos, algunas de ellas son:

- Dificultades en actividades de experimentación debido a la falta de instrumentos especializados.
- Dificultad en la presentación de las actividades experimentales.
- Limitaciones en la interacción y participación de los estudiantes.
- Dificultades para correlacionar los problemas propuestos con los conceptos trabajados en sesiones anteriores.

- Dificultades para reconocer la información de un enunciado y elegir el recurso físico adecuado para hacer cálculos.

### **Enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton a través de Metodologías Activas**

En esta línea se han gestado muchos trabajos de investigación por los enfoques modernos que movilizan las diferentes propuestas. Para el análisis se tuvieron en cuenta los trabajos de Moreno & Velásquez (2017), Villena Jaitia (2021) y Quimbiamba Simbaña (2023). Estos se caracterizan por tener un enfoque orientado por metodologías actuales como lo son la metodología de Aprendizaje Activo, Aula Invertida, Aprendizaje basado en Proyectos y/o Problemas, Aprendizaje colaborativo, entre otras. Las cuales buscan promover la participación y autonomía de los estudiantes en clase, promover la colaboración y el trabajo en equipo y orientar actividades para interpretar fenómenos físicos desde nuevas perspectivas.

En los resultados y conclusiones de los documentos destacan la mejora en el aprendizaje conceptual y mayor dominio de los aprendizajes requeridos en las leyes de Newton, la mejora en la actitud y participación de los estudiantes, el reconocimiento de que el trabajo en grupo permite compartir y respetar diferentes puntos de vista, generar interactividad en el proceso educativo y la indagación de fenómenos físicos es vital para el aprendizaje.

Paralelo a la revisión en las líneas anteriores, se logran divisar algunas dificultades surgidas dentro de las implementaciones y evaluaciones de las propuestas. Se encuentran:

- Dificultades en los procesos de formalización
- Dificultades para asociar los contenidos del problema con lo que se pregunta
- Dificultad para reflexionar sobre los problemas y analizar las situaciones
- Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios.

### **Modelización como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton**

Finalmente, se define esta línea más por efectos del presente trabajo de investigación y los intereses que lo movilizan que por la cantidad de propuestas de enseñanza-aprendizaje desarrolladas en el campo, puesto que no son tan comunes a comparación de las desarrolladas

dentro de las anteriores líneas. Se realiza el análisis de los trabajos presentados por Percaz, D (2022) y Torres, A (2019). Ambas propuestas se movilizan por un enfoque de enseñanza y aprendizaje basado en modelos, con el cual se busca que los estudiantes puedan construir modelos científicos que les permitan comprender y explicar fenómenos de la vida cotidiana. Se parte de un diagnóstico inicial, el desarrollo e implementación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje y la evaluación final del proceso.

Dentro de los resultados y conclusiones presentadas en los documentos se destacan las actividades de indagación y construcción del conocimiento como significativas; la importancia del replanteamiento de la intervención docente según las necesidades; la promoción del desarrollo del razonamiento y los vínculos entre pares, así como la importancia de emplear metodologías que aumenten la atención y motivación de los estudiantes y se acerquen a un conocimiento real de la ciencia.

Del mismo modo que con las líneas anteriores, surgen dificultades en medio del desarrollo de las propuestas y se definen de la siguiente forma:

- Dificultades para organizar ideas en la fase inicial de modelización.
- Dificultad para establecer una relación entre el modelo científico y la práctica profesional.
- Dificultad en la comprensión de conceptos relacionados a principios más generales.

Finalmente, tras este proceso de revisión y análisis, se ha logrado esclarecer el panorama y tendencias actuales en torno a las DAE que surgen en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton, así como en las diferentes secuencias y propuestas didácticas relacionadas con esta temática. Si bien este análisis ha permitido identificar los principales aportes y recomendaciones de los diferentes autores, también ha develado vacíos y necesidades aún no abordadas en el campo de investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton y el concepto de Fuerza.

Lo que se ha observado tras esta revisión es una tendencia a centrarse en la identificación y caracterización de las diversas DAE que afectan gran parte de los procesos de enseñanza-aprendizaje de esta temática, dejando de lado el diseño de propuestas de intervención en el aula

que promuevan su superación. En este contexto, el presente trabajo de investigación busca ofrecer una alternativa al ir más allá de la mera caracterización de las diferentes DAE del concepto de Fuerza y la identificación de sus posibles causas. Se presenta una propuesta en la que, aunque se realiza un proceso de reconocimiento de DAE, también se realiza un trabajo de intervención y orientación en diferentes procesos para superar estas dificultades. De esta manera, se pretende garantizar una comprensión adecuada del concepto de Fuerza al abordar diversas situaciones de carácter físico.

## **Fuerza**

Al igual que se ha hecho con las DAE, es fundamental abordar una aproximación histórica de la consolidación de la “Fuerza” como concepto fundamental en Física. Este recorrido histórico se remonta a los primeros esquemas de pensamiento gestados en el seno de la civilización griega y culmina con el trabajo de Newton en su famosa obra, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. haciendo especial énfasis en ésta, desde una perspectiva histórica, epistemológica y ontológica.

Las reflexiones filosóficas de la civilización griega sobre la naturaleza del hombre, la vida y el pensamiento se consideran el punto de partida para las discusiones sobre diversos fenómenos naturales que involucran la fuerza como elemento explicativo. Aristóteles es reconocido como una figura central dentro de este periodo inicial para el desarrollo conceptual de la fuerza y su clasificación. Él planteó lo que se considera la definición “tradicional” de la fuerza, entendida como la *causa del movimiento*. Bajo esta concepción “*para que un cuerpo permanezca en movimiento habría que hacerle fuerza y cuando se dejara de hacer fuerza, el cuerpo se pararía*”. Aristóteles. (1995).

Aristóteles también destacó el carácter intrínseco de la fuerza, considerándola una característica esencial e inherente a un objeto o cuerpo. Para él, la fuerza era una propiedad interna que permitía a los objetos moverse y cambiar su estado de reposo o movimiento. Clasificó la fuerza en dos tipos: una inherente a los cuerpos (natura) y otra relacionada con la capacidad de un cuerpo para producir cambios en otro.

No obstante, Aristóteles no fue el único pensador que realizó aportaciones significativas en el ámbito de la reflexión alrededor del movimiento de los cuerpos. Hiparco de Nicea también hizo

contribuciones importantes en su explicación de situaciones relacionadas con el lanzamiento y post-lanzamiento de proyectiles. Contrario a las ideas de Aristóteles, Hiparco postuló que el movimiento se debe a una fuerza que se *transmite* al proyectil, a la cual llamó *fuerza impresa*. (Peduzzi, L & Zylbersztajn, A. 1997).

La noción de *fuerza impresa* fue fundamental para esbozar una teoría del movimiento alternativa a la propuesta por Aristóteles. Esta idea tuvo un importante desarrollo histórico y dio lugar a posteriores consideraciones y discusiones sobre la fuerza y el movimiento, especialmente durante el Renacimiento (siglos XV y XVI). Este periodo estuvo marcado por la ruptura del pensamiento y la filosofía aristotélica, así como por una búsqueda de comprensión de los fenómenos naturales sin un fundamento ontológico definido, debido a las secuelas dejadas por la Edad Media con sus ideas sobre la religión, la magia y la brujería; lo cual resultó en que la búsqueda de la comprensión de la naturaleza de los fenómenos naturales no representara una prioridad para los pensadores de la época.

Se menciona en primera instancia el trabajo realizado por Gilbert en su obra *De Magnete*. En la que expone su idea de atracción mediante el análisis de fenómenos magnéticos y eléctricos y su definición del término fuerza eléctrica. (Gilbert, W. 1600) A pesar de la concepción que Gilbert tenía de la atracción como una “fuerza maravillosa y comparable al alma”, su obra tuvo gran repercusión, y desempeñó un papel de primer orden en la evolución y transformación de las concepciones físicas (Rivera-Juárez, Madrigal-Melchor, Cabrera-Muruato, & Mercado, 2014).

El astrónomo y matemático Johannes Kepler es quizás, junto con Galileo, una de las figuras más representativas de este periodo histórico en lo que concierne al estudio de la fuerza y el movimiento. Su tratado “Astronomía Nova” publicado en 1609 estuvo movilizado por el problema de la búsqueda de una explicación dinámica del movimiento planetario. Para Kepler, la fuerza inicialmente se define como una “facultad animadora” y fundamenta su existencia en su afirmación de que los planetas se mueven en órbitas elípticas alrededor del Sol; y de que la velocidad de los planetas alrededor de sus órbitas no es uniforme. En ese sentido, la fuerza es el agente que le permite dar razón de la variación de la velocidad.

Hacia 1621 Kepler se ve en la necesidad de replantear su noción inicial de fuerza a través de una nota en la segunda edición de su libro “Mysterium Cosmographicum”, la cual, citado en

Rivera-Juárez, Madrigal-Melchor, Cabrera-Muruato, y Mercado (2014), expone textualmente: “*En una ocasión yo creía firmemente que la fuerza origen de un planeta residía en el alma. Sin embargo, cuando reflexioné que esta causa del movimiento disminuía en proporción a la distancia, del mismo modo que la luz del Sol disminuye en proporción a la distancia de este astro, llegué a la conclusión de que esta fuerza debe ser sustancial; no en el sentido literal, sino de la misma manera que decimos que la luz es algo sustancial significando que es una entidad “no espiritual” que emana de un cuerpo sustancial*” (p. 5). A partir de aquí, Kepler reconfigura su concepto de fuerza como un concepto relacional: relaciona la variación de la distancia con la variación de la velocidad.

Galileo, como es bien sabido, es un personaje clave en la historia de la ciencia debido a la significación y trascendencia que se le da a diferentes conceptos y contenidos teóricos a la luz de sus aportaciones, entre esos está, por supuesto, el concepto de fuerza. Galileo, influenciado inicialmente por la tradición aristotélica, desarrolló una dinámica de la fuerza basada en el *ímpetu* (Dugan, R. 1954). Sin embargo, al darse cuenta de sus limitaciones, abandonó esta idea y se movió hacia una física matemática. Cuando Galileo dejó de considerar el ímpetu como la fuerza interna que causa movimiento, siguió utilizando el término, pero le dio un nuevo significado. En lugar de ser la causa del movimiento, el ímpetu se convirtió en su efecto (Geymonat, L. 1969). En otras palabras, el ímpetu, que solía entenderse como la fuerza que anima un objeto en movimiento, se transformó en "momento", que es el producto de la velocidad por la masa, equivalente a la *cantidad de movimiento lineal*. Aunque introdujo conceptos como "momento" y transformó la noción de fuerza, considerándola como una secuencia continua de impulsos instantáneos que provocan aceleración en lugar de movimiento directo, Galileo al igual que Kepler trabaja la fuerza como un concepto meramente relacional, incluso enfatizó la importancia de la humildad científica, reconociendo la falta de comprensión de la naturaleza esencial de la misma.

René Descartes aparece en la historia de la Física como uno de los fundadores de la Mecánica, sin embargo, el concepto de Fuerza no tiene lugar dentro de su razonamiento del mundo físico, esto es, no va más allá de una concepción matemática. Sin embargo, cabe resaltar lo que su trabajo sobre el movimiento de los cuerpos a través de sus leyes de la naturaleza llegó a contribuir en el desarrollo del concepto. Estas son: “Primera ley de la naturaleza: cada cosa permanece en el estado en el que está mientras que nada modifica ese estado” (Descartes, 1995, p. 97). “Segunda

ley de la naturaleza: todo cuerpo que se mueve tiende a continuar su movimiento en línea recta” (Descartes, 1995, p. 100). “Tercera ley de la naturaleza: si un cuerpo en movimiento choca con otro más fuerte que él, no pierde nada de su movimiento; ahora bien, si encuentra otro más débil y que puede mover, pierde tanto movimiento como comunica al otro” (Descartes, 1995, p. 101).

Dichas leyes se fundamentaron como principios racionales que pretendían explicar cómo se comporta un cuerpo en ausencia de fuerzas externas; de allí se parte, según diferentes autores como Van Berkel, Alexandre Koyré, Bernard Cohen, para considerar a Descartes como el primero que logró una formulación correcta de la ley de la inercia.

Christian Huygens, a pesar de considerarse cartesiano y seguidor de Descartes y su filosofía, contribuyó significativamente al trabajo de Newton gracias a sus aportaciones sobre la fuerza centrífuga. En términos generales, expresó cuantitativamente el esfuerzo que realiza un cuerpo para alejarse del centro; a este esfuerzo lo nombró fuerza centrífuga, entendida como “fuerza que huye del centro”. Sin embargo, Huygens consideraba la fuerza centrífuga tal como considera el peso, no como una fuerza que actúa sobre un cuerpo, sino como una tendencia que el cuerpo tiene. Al igual que muchos de los intelectuales cartesianos de la época, rechazaba la concepción de la fuerza en términos de acción a distancia, sin embargo, con su obra, se convirtió en uno de los precursores directos de Newton para la consolidación de sus dos primeras leyes del movimiento (Jammer, 1999).

Gottfried Leibniz, además de ser una de las figuras más representativas para la física y matemática del siglo XVII también cumplió un papel fundamental dentro de las disputas de carácter académico y filosófico con su principal contraparte: Newton. Una de las características más importantes del concepto de Fuerza que Leibniz propone es su carácter ontológico, concibe la fuerza como una propiedad fundamental de lo que él llama *mónadas*, que son la unidad básica de la realidad. Las mónadas son activas, es decir, tienen la capacidad de actuar y de ser afectadas por otras sustancias. La fuerza es la expresión de esta actividad y de esta capacidad. Al igual que sus predecesores describe matemáticamente el concepto de fuerza en términos de cambio en el momentum de un objeto con respecto al tiempo.

En este punto, las aportaciones de Newton establecen un eje central para la consideración de la fuerza ya no como un concepto relacional o una condición de carácter meramente matemático,

como lo habían abordado sus antecesores, sino como toda una construcción físico-matemática que también integra supuestos epistémicos y ontológicos. El sentido de la perspectiva histórica está en tener claridad respecto a cuáles fueron las principales influencias e intereses que movilizaron a Newton al planteamiento de sus ideas revolucionarias. En primera instancia es importante precisar que, contrario a la creencia cotidiana, la caída de una manzana no fue la inspiración para el planteamiento de los Principia; fue en realidad la influencia directa de Edmond Halley y su pregunta sobre la trayectoria descrita por un cuerpo sometido a una ley cuadrática inversa (propuesta ya por Robert Hooke) lo que impulsó a Newton a buscar explicaciones a fenómenos de este tipo. Vale la pena resaltar que, además de esta imperiosa necesidad, todo el trabajo realizado por sus antecesores (expuestos en párrafos anteriores) fue un pilar fundamental para todo ese proceso de carácter intelectual, que incluso el mismo Newton reconoce en su famosa carta a Hooke en 1676, a través de su célebre frase "Si he visto más lejos, ha sido porque he estado de pie sobre los hombros de gigantes". Teniendo esto en consideración y siguiendo a Maglo (2007) se puede llegar a concebir que la propia estructura de los Principia indica que se trata principalmente de una respuesta a la pregunta de Halley sobre el movimiento orbital, siguiendo los caminos fisicomatemáticos de, entre otros, Galileo y Huygens.

El aspecto epistemológico es quizá uno de los más importantes al momento de comprender el planteamiento que hace Newton sobre la fuerza, es necesario tener un panorama claro respecto a la forma en la que Newton considera que se construye conocimiento acerca de los fenómenos físicos, la cual va estrechamente relacionada con su metodología científica. Su llamada filosofía experimental marca una gran diferencia respecto a la metodología hipotético-deductiva (acogida en gran medida por los cartesianos), principalmente por la necesidad de descubrir las causas reales de los fenómenos naturales, rechazando el planteamiento de hipótesis, consideradas ajenas a su filosofía. En palabras del propio Newton:

La filosofía experimental reduce los fenómenos a reglas generales y busca que las reglas se mantengan generales cuando se mantienen generalmente en los fenómenos.... La filosofía hipotética consiste en explicaciones imaginarias de las cosas y en argumentos imaginarios a favor o en contra de tales explicaciones o contra la filosofía experimental fundada en la inducción. La primera clase de filosofía la sigo yo, la segunda es seguida en gran medida por Cartes, Leibnitz y algunos otros (Newton a Cotes, marzo 28 de 1713, citado en Shapiro, 2002, p. 113).

La traducción y redacción corresponde al documento.

En este rechazo a las hipótesis, tiene una fuerte influencia la estrecha relación que tenía Newton con el ámbito experimental, pues para él, era incorrecto aceptar cualquier fuente de conocimiento ajena a los sentidos.

Si bien los dos primeros libros de los Principia (*De Motu Corporum*) exploran y exponen la trayectoria de cuerpos bajo la acción de fuerzas centrípetas de diversos tipos, sería erróneo afirmar que se trata de planteamientos exclusivamente matemáticos. Pues esto supone la inexistencia de todos los aspectos de carácter teológico, epistémico y metodológico que están a la base de lo formulado en las diferentes definiciones, axiomas, proposiciones, lemas y teoremas. Aspectos que van desde la creencia de Newton en la *Prisca sapientia* como única forma de comprender la obra de Dios, buscando una regularidad, través de leyes matemáticas y vinculándolas a su omnipresencia, esto se expone claramente en su famoso Escolio General al leerse "tratar de Dios a partir de los fenómenos es ciertamente una parte de la filosofía natural" (Newton, 1999); hasta el predominio de la geometría (como un esfuerzo por alinear sus opciones matemáticas con una supuesta práctica metodológica antigua) y la prioridad de la práctica experimental para lograr, en palabras de Maglo(2007) adoptar la base conceptual de su ciencia como ciencia de la fuerza, al argumentar que "Todos los fenómenos pueden depender de ciertas fuerzas por las que las partículas de los cuerpos se relacionan entre sí" y que todo el asunto de la ciencia equivale a descubrir "las fuerzas de la naturaleza a partir de los fenómenos de los movimientos y luego demostrar los demás fenómenos a partir de estas fuerzas"(Newton, 1999).

Finalmente, el aspecto ontológico resulta ser el más complejo de analizar sin unas bases sólidas de carácter filosófico, por lo cual se remite al análisis puntual realizado por autores como Orozco (2005) y Maglo (2007), los cuales presentan una interpretación alternativa al llamado "Reconstructivismo matemático" propuesto por Smith (2002), que concibe la fuerza como un concepto ontológicamente neutro.

Posterior a la publicación de los Principia, las críticas se centraron mayoritariamente en la débil exposición que realizó Newton respecto a la explicación de la naturaleza de la fuerza. Para los mecanicistas, especialmente para Leibniz, la gravitación universal implicaba un retroceso al introducir un concepto cuyo mecanismo de acción era desconocido (Orozco, 2005). Esto se

constituye como un problema para Newton al reconocer que la perspectiva matemático-experimental no permitía esclarecer toda la explicación de la fuerza y ahora tenía la necesidad de defender sus planteamientos desde una perspectiva filosófica. Para la comprensión de la naturaleza ontológica de la fuerza se parte del rechazo a la explicación del mundo natural en términos de materia-movimiento (defendida por los cartesianos), como alternativa, Newton hace uso de la geometría y de la teoría de las fluxiones por "proceder por cantidades finitas". Para Newton, las cantidades tienen referentes en la naturaleza y esto explica por qué los matemáticos antiguos nunca admitieron indivisibles en geometría (Newton 1967-1981, vol. 8, 597-8; Guicciardini 1999, p.35). De acuerdo a lo sugerido por Maglo (2007) aunque Newton sometió la "fuerza" a un riguroso tratamiento matemático en los Principia, los fundamentos metafísicos y ontológicos de este concepto no parecen haber sido significativamente "neutralizados" hasta el periodo de Euler, d'Alembert, Lagrange y Laplace. Las "fuerzas tipo Principia" suscitaron un acalorado debate, incluso entre los seguidores de Newton, sobre si la fuerza como tal debía considerarse un concepto primario o derivado, o si simplemente debía eliminarse de la ciencia. A pesar de la falta de resolución de esta cuestión en el siglo XVIII, el debate que suscitó parece indicar que el concepto de fuerza de Newton era, incluso para los principales protagonistas de la época, algo más que una simple construcción matemática.

A modo de síntesis, lo expuesto en párrafos anteriores permite tener un panorama claro respecto al estatus histórico, epistemológico y ontológico por el que ha transitado el concepto de fuerza dentro de la disciplina; esto posibilita principalmente reconocer que la construcción de conocimiento científico es un proceso no lineal y no se trata de algo aislado, pues está permeado por factores de tipo social, político y cultural, e influenciado por intereses de carácter filosófico, académico e incluso ético y moral. De acuerdo con lo afirmado por Camacho & Quintanilla (2008) sin ser necesariamente historiadores, los profesores de ciencias deben conocer los orígenes de la ciencia que enseñan, seleccionar las temáticas relevantes dentro de la disciplina y articularlas con otros contextos, así mismo, promover actividades problematizadoras que estimulen a los estudiantes para que construyan conocimientos científicos con las teorías que se proponen desde la disciplina.

Por otro lado, pone de manifiesto la necesidad de tomar postura frente a lo que se ha llegado a consolidar alrededor del propio concepto y cómo esta misma postura da sentido y orienta las

ideas que se pretende los estudiantes puedan llegar a construir y afianzar a través de la propuesta de intervención en el aula (expuesta con mayor detalle en una sección posterior). En ese sentido, y teniendo en cuenta que la propuesta va orientada hacia la comprensión del concepto de fuerza a través de las Leyes de Newton, se enunciará cada ley (como se presenta regularmente a los estudiantes), los elementos conceptuales y explicativos que se consideran importantes y se expondrán estas ideas a las que se quiere llegar.

### *Primera Ley del movimiento*

*“Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser en tanto que sea obligado por fuerzas impresas a cambiar su estado.”*

La primera y quizá más importante consideración es la distinción y definición que Newton presenta de lo que llama *vis inertiae* o “fuerza de inercia”, la cual expone en su Definición III: “La fuerza ínsita de la materia es una capacidad de resistir por la que cualquier cuerpo, por cuanto de él depende, persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo”. A través de esta definición hace una importante diferenciación de lo que pensadores antiguos concebían como *vis ínsita* (una cualidad, por la cual los cuerpos buscaban su “lugar natural”: El reposo) y le da un nuevo y significativo sentido, concibiendo la fuerza de inercia como la tendencia de un objeto a mantener su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme, la cual es proporcional al cuerpo (su masa) y se manifiesta como resistencia al cambio en el estado de movimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, las ideas que se buscan consolidar a través de la propuesta son:

- Los cuerpos no tienen ni buscan su “estado natural”: El reposo.
- Los estados de reposo y movimiento uniforme son equiparables, esto es, son resultado de la misma propiedad física fundamental: la fuerza de inercia.
- Ésta fuerza de inercia se manifiesta como resistencia al cambio en el estado de movimiento, es decir, si un objeto está en reposo y se aplica una fuerza para moverlo, la fuerza de inercia se opone a este cambio; del mismo modo, si un objeto está en movimiento y se aplica una fuerza para detenerlo, la fuerza de inercia se opone a este cambio.

### *Segunda Ley del movimiento*

*“El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime”*

Para lograr una acertada comprensión de lo que representa esta ley y el papel que cumple la fuerza en la misma, es importante tener claridad sobre los siguientes aspectos: cambio de movimiento, fuerza motriz y fuerza impresa. El primero hace referencia a la variación en la *cantidad de movimiento*, que se expone en la Definición II como: “La medida del mismo obtenida de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente”; esto es, su *momento*  $p = mv$ , el cual da cuenta de qué tanto se mueve un cuerpo en relación a su masa; el segundo, la fuerza motriz, está más estrechamente relacionado con lo que se concibe(y definió en su momento Galileo) como *impulso*, que es proporcional a la *tasa de cambio en el momento* de un objeto  $\Delta(mv)$ , en otras palabras, relaciona la(s) fuerza(s) que actúa sobre un objeto y mide la cantidad de cambio del *momento*. Finalmente, la fuerza impresa, presentada en la Definición IV como “la acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo”, la cual denota no un tipo de fuerza en específico sino su funcionamiento.

Habiendo aclarado lo anterior, las ideas que pretenden consolidar son:

- La fuerza que genera el movimiento (fuerza impresa) es directamente proporcional al cambio del momentum en cada unidad de tiempo:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1)$$

- Existe una relación de causa y efecto entre momento e impulso en la segunda ley de Newton, cuando se establece que la fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual a la variación del momento lineal del cuerpo por unidad de tiempo.
  - Es gracias a esta relación que se permite cuantificar el efecto de la fuerza sobre el movimiento de un cuerpo, este es, el principal propósito de la segunda ley.

### *Tercera Ley del movimiento*

*Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: O sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en direcciones opuestas.*

Esta ley, que a simple vista plantea un principio sencillo de comprender “acción-reacción”, se presta para interpretaciones ajenas a lo que en verdad Newton quería dar a conocer. Es por esto por lo que se hace necesario traer a colación algunas de las características tanto de la fuerza como de la relación que se da entre fuerzas: Con base en el análisis expuesto por Massin(2009) se caracteriza a la fuerza como una *propiedad dinámica básica*, básica en el sentido de que no puede constituirse por o reducirse a otro tipo de entidades (como la masa, momento, energía, trabajo, etc), y dinámica ya que permite dar cuenta del movimiento en términos de propiedades que no son propiamente espacio-temporales. A esta se le puede atribuir magnitud y dirección, y puede ser representada mediante un vector. Otra característica importante que se destaca en la formulación de esta ley, aunque no sea evidente en una lectura literal (como suele suceder), es que las fuerzas representan relaciones simétricas. Es esta simetría la que permite hablar de fuerza en términos de interacción. Sin embargo, es común confundir este concepto, ya que resulta complicado reconocer la relación acción-reacción mediante la observación y representación vectorial. En pocas palabras, la asimetría es una característica de las representaciones vectoriales, no de las fuerzas en sí mismas (Ibid, 2009).

Finalmente, las ideas que se buscan afianzar son:

- Las fuerzas actúan por pares.
- Esta relación que se da por la fuerza que actúa en los cuerpos es de carácter simétrico.

Como se ha mencionado, el objetivo principal de la propuesta de intervención es ofrecer orientación en diversos procesos para superar las Dificultades de Aprendizaje Específicas (DAE) relacionadas con el concepto de fuerza, las cuales han sido identificadas y caracterizadas en investigaciones anteriores. Estos procesos incluyen:

- Dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
- Dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento

- Dificultad en la comprensión de fuerza en términos de interacción
- Dificultad para reflexionar sobre los problemas y analizar las situaciones en las que la fuerza representa el principal elemento explicativo

### **Modelización**

Estos procesos que se busca orientar estarían mediados por el tercer elemento que permite consolidar el presente marco teórico y da sustento y sentido pedagógico a la propuesta de intervención: La modelización, definida como el proceso de aprendizaje que acompaña la construcción, aplicación, revisión y modificación de modelos; la cual se gesta dentro de línea de investigación en didáctica de las ciencias “Enseñanza y aprendizaje basado en modelos” (Clement and Rea-Ramirez, 2008, Nersessian 2008; Taber, 2013). Lo que se busca con este enfoque es que los estudiantes puedan comprender que los modelos son representaciones del mundo producidas por el pensamiento humano, que se utilizan para simplificar fenómenos complejos y facilitar su comprensión, y que ayudan a generar nuevos conocimientos y/o comunicar sus interpretaciones a otros (Justi, R. 2006)

Siguiendo el trabajo realizado por Oliva (2019), dentro de esta línea de investigación se encuentran cinco grandes tendencias o acepciones de lo que se comprende por modelización en la enseñanza de las ciencias. El reconocimiento de estas permite ubicar la propuesta de intervención dentro de un marco referencial, el cual oriente las actividades y procesos que se quieran llevar al aula.

#### **Tabla 4.**

*Acepciones sobre la modelización*

<b>Acepciones</b>	<b>Características</b>
1. La modelización como progresión de modelos	Como oportunidad de encontrar sentido global a los conocimientos que aprenden los estudiantes, y de avanzar paulatinamente hacia una comprensión más ajustada de la realidad.
2. La modelización como práctica científica	Como actividad de inmersión de los estudiantes en el aula en prácticas científicas auténticas que impliquen la construcción, uso y revisión de modelos.
3. La modelización como competencia	Como una de las dimensiones de la competencia científica, que integra capacidades, valores y actividad metacognitiva que requieren los procesos de construcción, uso y revisión de modelos.
4. La modelización en su dimensión instrumental	Como manejo, por parte de los estudiantes, de recursos didácticos dirigidos a construir modelos y trabajar con ellos: analogías, experimentos mentales, simulaciones, animaciones, personificaciones, etc.
5. La modelización como enfoque didáctico	Como estrategia de enseñanza que articula el conjunto de decisiones que adopta el profesor para promover una evolución en los modelos de los estudiantes. Por tanto, con criterios concretos orientados al diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje.

Nota. Tomado de “Distintas acepciones sobre la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias”, por Oliva M, 2019, Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Vol. 37, n.º 2, pp. 16.

### **Modelización como enfoque didáctico**

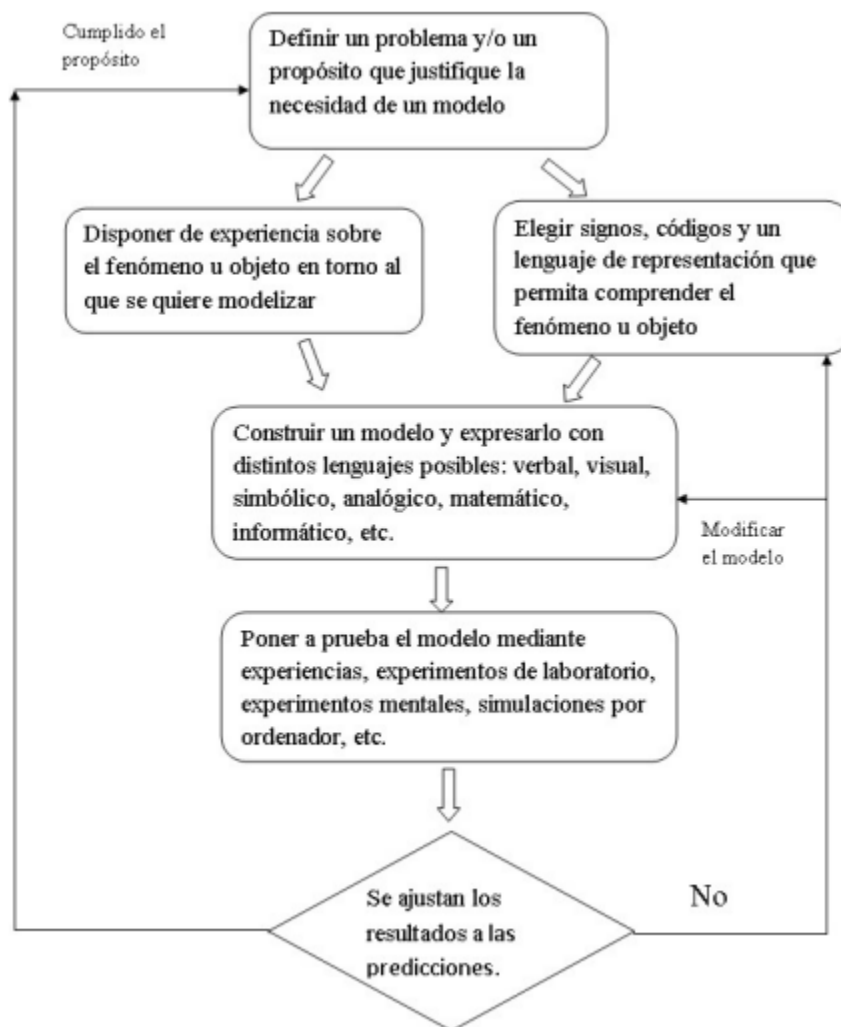
En este trabajo de investigación, se abordará la modelización como un enfoque didáctico. Este enfoque implica analizar la modelización desde una perspectiva educativa integral, ya que involucra las decisiones que toma un profesor en relación con la selección de contenidos, la organización de los mismos, la implementación de escenarios de aprendizaje adecuados, el uso de recursos y, sobre todo, la articulación concreta de actividades para diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEA) (Ibid, 2019).

Según la caracterización presentada por Oliva (2019), este enfoque también destaca el carácter social de los procesos de elaboración de modelos, los cuales dependen en gran medida de las interacciones entre alumnos y entre alumnos y profesores. Además, se resaltan las prácticas específicas mediante las cuales se consolidan estos procesos, como la explicación, la argumentación, el razonamiento científico, la evaluación por pares, el aprendizaje cooperativo o colaborativo, el andamiaje del profesor, la negociación, la escritura, la comunicación y el diálogo.

En este esfuerzo por comprender la modelización desde esta perspectiva didáctica, Campbell et al. (2015), propone cinco rasgos o “pedagogías de modelización” que pueden trabajarse de acuerdo con lo que se considere pertinente en cada proceso, éstas son:

- **Modelización expresiva:** Los estudiantes describen o explican fenómenos mediante la creación de nuevos modelos o el uso de los modelos existentes.
- **Modelización exploratoria:** Los estudiantes investigan las características de un modelo preexistente participando de este y observando sus efectos.
- **Modelización experimental:** Los estudiantes formulan hipótesis y predicciones a partir de modelos, poniéndolos a prueba.
- **Modelización evaluativa:** Los estudiantes comparan modelos alternativos que tratan el mismo fenómeno o problema, evalúan sus ventajas y limitaciones, y seleccionan el más apropiado.
- **Modelización cíclica:** Los estudiantes participan en ciclos completos de modelización.

Siguiendo la lógica y la caracterización del proceso de modelización desde este enfoque, se ha diseñado la propuesta de intervención en el aula. Para su organización, se ha seguido el modelo propuesto por Aragón, Jiménez-Tenorio, Oliva-Martínez y Aragón-Méndez (2018), quienes lograron sintetizar los elementos característicos de la modelización (propuestos ya por autores como Justi y Gillbert(2002) y Prins (2010) ), los integran y presentan de manera sencilla:



**Figura 1.** Adaptación del ciclo de modelización.

Tomado de: La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. Aragón et al. (2018)

Este modelo comprende y define la acción de modelizar como toda una gama de procesos relacionados con el quehacer científico: Plantear problemas, definir hipótesis, buscar información, elaborar nuevas explicaciones, entre otras. Proceso que va de la mano con el desarrollo de prácticas particulares (descritas en párrafos anteriores) que implican cierta demanda cognitiva.

También se destaca y se toman elementos de la propuesta hecha por Sanmartí (2000), quien propone diferentes criterios respecto a la definición de objetivos, selección de contenidos, organización y secuenciación de contenidos, selección y secuenciación de actividades, y selección

y secuenciación de actividades de evaluación. Estos criterios permiten orientar la toma de decisiones para el diseño de unidades didácticas.

Uno de los elementos a considerar es las actividades que clasifica y define como:

- Actividades de iniciación, exploración, explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales
- Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y explicar, de reformulación de los problemas
- Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento
- Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización

En éstas se pueden identificar cuatro fases que permiten desarrollar de forma cíclica procesos de modelización: “exploración, introducción de nuevos puntos de vista, síntesis o estructuración y aplicación o generalización” (Oliva, 2019, p. 15).

## **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

La presente propuesta de intervención se llevó a cabo en el Colegio Julio Garavito Armero I.E.D – Sede C, un establecimiento público ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C. Se trabajó con un grupo de 28 estudiantes de grado once, pertenecientes al curso 11-03 de la institución. La elección de este grupo se basó en un trabajo previo de observación e intervención pedagógica realizado en periodos anteriores, que permitió reconocer aspectos relacionados con las dinámicas organizativas y de trabajo tanto de los estudiantes como del docente titular, así como aspectos relacionados con la infraestructura física y tecnológica de la institución.

La metodología empleada por el profesor titular se caracteriza y clasifica dentro del modelo pedagógico tradicional, siguiendo la lógica de un modelo de enseñanza por transmisión-recepción. Se destaca la transmisión y exposición magistral de conocimiento, centrada en contenidos, ejercicios y repeticiones, así como en disciplinas y autores clásicos, siguiendo una secuencia instruccional, cronológica y jerárquica. Aunque se realizan actividades de laboratorio, estas siguen

la lógica de guías de laboratorio para la toma de datos, sin espacio para el análisis, la discusión y la construcción colectiva. En este sentido, los estudiantes configuran su lógica de trabajo respondiendo a las demandas de la clase, toman apuntes en sus cuadernos, resuelven ejercicios cuantitativos y realizan actividades de laboratorio según las indicaciones del profesor.

En cuanto al entorno físico, las clases se desarrollan en una de las aulas de laboratorio de la institución, que cuenta con un espacio amplio y mesas grandes en lugar de pupitres individuales. Esta disposición permite que los estudiantes se organicen en grupos, fomentando un trabajo mayormente colaborativo al mantener una cercanía entre ellos. Además, la institución cuenta con dispositivos tecnológicos (tablets) y conexión a internet, así como un depósito con diversos materiales y montajes experimentales, incluyendo kits y equipos especializados, así como otros construidos y "donados" por los propios estudiantes.

A partir de este contexto y su caracterización, se diseñó la propuesta de intervención en el aula centrada en la comprensión del concepto de fuerza a través de las Leyes de Newton. Esta propuesta parte de las Dificultades de Aprendizaje Específicas (DAE) identificadas y las ideas fundamentales que se buscan consolidar, establecidas a partir de la revisión de los referentes teóricos. La propuesta sigue una secuencia de trabajo en el aula diseñada desde la perspectiva de la modelización, basada en lo establecido para cada una de las fases del ciclo de modelización, algunos elementos de la propuesta hecha por Sanmartí (2000) y la taxonomía planteada por Marzano & Kendall (2007) para indicadores y niveles cognitivos implicados en procesos importantes para la actividad científica, como la recuperación de información, comprensión, análisis y aplicación.

En términos de organización y metodología, se definieron siete grupos de trabajo, conformados por 3 o 4 estudiantes respectivamente, en lugar de trabajo individual, debido a la importancia del carácter social en los procesos de construcción de modelos. Para el desarrollo de actividades y recolección de la información que de estas se deriva, se hizo uso de la plataforma virtual Nearpod, a través de la cual se crean presentaciones interactivas para las sesiones dedicadas al abordaje conceptual y se hace uso de diferentes recursos para la realización de las actividades propuestas, tales como tableros interactivos, secciones de preguntas abiertas (cuyas respuestas

podían ser tanto escritas como orales), apartados para la realización de dibujos y esquemas, juegos de preguntas, videos, entre otros.

La siguiente tabla resume la organización por sesiones (13 en total), mediante la cual se configuró el proceso de intervención en el aula. Para cada sesión se presenta el objetivo predefinido para cada una, las actividades que se desarrollaron con los estudiantes, la fase específica del ciclo de modelización, el nivel cognitivo implicado y las evidencias obtenidas en cada una.

**Tabla 5.**

*Sesiones de la intervención*

Sesión	Objetivo	Desarrollo	Ciclo de modelización	Nivel cognitivo	Evidencias
1	Orientar el uso y expresión de un modelo inicial, identificar elementos explicativos y posibles dificultades.	En un primer momento, a través de preguntas abiertas, se hace un reconocimiento de ideas previas y experiencias de los estudiantes con relación al concepto de Fuerza. En un segundo momento, por medio de una actividad de iniciación, se presenta una situación y se problematiza un fenómeno, a través de diferentes preguntas los estudiantes proponen y exponen un modelo inicial con el cual buscan describir y explicar el fenómeno propuesto.	Esta sesión se ubica dentro de la primera fase del ciclo de modelización. Se reconoce la necesidad de un modelo, se hace uso y expresión de un modelo inicial para describir, predecir o explicar un fenómeno paradigmático	Nivel de <b>recuperación:</b> Reconocimiento de elementos explicativos involucrados y enunciación/definición de estos.	Anexo 3.1 - Informe de sesión 1. Generado por plataforma Nearpod

2	<p>Iniciar intervención docente, realizando un acercamiento a la primera ley del movimiento, incorporando nuevas ideas y elementos explicativos</p>	<p>Esta sesión se lleva a cabo a modo de clase expositiva, se hace una breve introducción a la idea de reposo realizando una aproximación histórica a los planteamientos propuestos por Aristóteles, Galileo Galilei, Descartes y Newton respectivamente.</p>	<p>Esta sesión se ubica en el inicio de la segunda fase del ciclo de modelización. En esta, se presentan nuevos puntos de vista, posturas y principios, los cuales facilitan que se compartan y comparen las ideas de los estudiantes con visiones más expertas (o científicamente mayor soportadas) para orientar cambios en el modelo</p>	<p>Nivel de <b>comprensión</b>: Los estudiantes integran el conocimiento nuevo con el conocimiento que ya se tiene. En este nivel es importante el cómo se presenta el conocimiento y de qué manera se consolida en estructuras con patrones organizacionales específicos.</p>	<p>Se hace uso de la plataforma Nearpod para presentar y compartir el material y los recursos destinados para este fin (dispositivos, imágenes, videos)</p>
3	<p>Promover la evolución del modelo inicial</p>	<p>Se lleva a cabo una actividad de laboratorio, por medio de la cual se busca orientar las discusiones y reflexiones alrededor del estado de reposo o movimiento uniforme en los cuerpos. Se dan indicaciones y se presentan preguntas orientadoras, a través de las cuales se introducen variables y se genera análisis y discusión.</p>	<p>Esta sesión se ubica en la segunda fase del ciclo de modelización. A través de la cual se busca relacionar la nueva información presentada y promover la evolución del modelo inicial</p>	<p>Nivel de <b>comprensión</b></p>	<p>Se hace uso de la plataforma Nearpod para presentar y compartir el material y los recursos destinados para este fin (diapositivas, imágenes, videos)</p>

4	Promover la evolución del modelo inicial, presentar y consolidar ideas sobre la Primera ley del movimiento	Esta sesión se lleva a cabo a modo de clase expositiva, se presentan las ideas que toma Newton de sus antecesores (discutidas en la sesión 2), para llegar a proponer su Primera ley del movimiento . Se hace especial énfasis en la discusión alrededor de la idea de fuerza de inercia en términos de capacidad.	Esta sesión se ubica en la segunda fase del ciclo de modelización. A través de la cual se busca relacionar la nueva información presentada y promover la evolución del modelo inicial	Nivel de <b>comprensión</b>	Se hace uso de la plataforma Nearpod para presentar y compartir el material y los recursos destinados para este fin (diapositivas, imágenes, videos)
5	Promover la evolución del modelo inicial, presentar y consolidar ideas sobre la Segunda ley del movimiento	Esta sesión se lleva a cabo a modo de clase expositiva, se realiza un abordaje teórico de los elementos explicativos que permiten llegar a la expresión $\vec{F} = m\vec{a}$ : Momento, impulso, fuerza motriz, fuerza impresa, etc. Se discuten las relaciones de cada uno con el movimiento de los cuerpos en relación con la velocidad, aceleración y los tipos de movimiento.	Esta sesión se ubica en la segunda fase del ciclo de modelización. A través de la cual se busca relacionar la nueva información presentada y promover la evolución del modelo inicial	Nivel de <b>comprensión</b>	Se hace uso de la plataforma Nearpod para compartir el material y los recursos destinados para este fin (dispositivas, imágenes, videos)
6	Promover la evolución del modelo inicial, presentar y consolidar ideas sobre la Tercera	Esta sesión se lleva a cabo a modo de clase expositiva, se discute alrededor de las características de la fuerza y las características de la relación entre fuerzas, tipos	Esta sesión se ubica en la segunda fase del ciclo de modelización. A través de la cual se busca relacionar la	Nivel de <b>comprensión</b>	Se hace uso de plataforma Nearpod para compartir el material y los recursos

	ley del movimiento	de fuerzas, tipos de relaciones y representación gráfica. Se hace énfasis en la idea de acción por pares y la relación simétrica que se da entre las fuerzas.	nueva información presentada y promover la evolución del modelo inicial		destinados para este fin (diapositivas, imágenes, videos)
7	Promover la evolución del modelo inicial, consolidar ideas sobre la Tercera ley del movimiento por medio de análisis de situaciones puntuales	En un primer momento, se realiza una actividad en grupo, en la cual, a través del análisis de situaciones puntuales, se realiza un primer acercamiento a las representaciones vectoriales de las fuerzas, de tipo Diagrama de Cuerpo Libre (DCL). En un segundo momento, se realiza una actividad de experimentación dirigida, se hace uso de poleas construidas por grupos y diferentes cuerpos con características particulares (peso, volumen, forma, etc) los estudiantes proponen montajes y situaciones particulares para ser descritas y analizadas posteriormente	Esta sesión se ubica en el inicio de la tercera fase del ciclo de modelización, en ésta, se busca promover la puesta a prueba del modelo inicial, mediante experiencias, actividades de laboratorio, experimentos mentales, simulaciones, etc.	Nivel de <b>análisis:</b> Este nivel implica diferentes procesos como Matching, clasificación y análisis de errores. A través de los cuales se pretende que los estudiantes identifiquen similitudes y diferencias entre elementos explicativos, clasifiquen y establezcan categorías significativas, determinen qué información consideran razonable, identifiquen errores tanto conceptuales como procedimentales y puedan presentar argumentos fundamentados.	Anexo 3.2- Informe de sesión 7. Generado por plataforma Nearpod

8	<p>Promover la evolución del modelo inicial, Consolidar ideas alrededor de representación de fuerzas que actúan sobre un cuerpo o en un sistema.</p>	<p>En esta sesión se vuelve sobre las situaciones propuestas con el fin de reflexionar alrededor de las proposiciones de cada grupo para movilizarlas a un modelo explicativo más consolidado, a través de una actividad práctica de reconocimiento y representación de las fuerzas que actúan en un sistema, se promueve la discusión y construcción colectiva alrededor de situaciones propuestas en sesión anterior.</p>	<p>Esta sesión se ubica en la tercera fase del ciclo de modelización, en ésta, se busca promover la puesta a prueba del modelo inicial, mediante experiencias, actividades de laboratorio, experimentos mentales, simulaciones, etc.</p>	<p>Nivel de <b>análisis:</b></p>	<p>Anexo 3.3 – Informe de sesión 9. Generado por plataforma Nearpod</p>
9	<p>Avanzar en proceso de puesta a prueba de modelo inicial. Consolidar ideas alrededor de representación de fuerzas que actúan sobre un cuerpo o en un sistema.</p>	<p>En esta sesión, se realiza una actividad de análisis y representación similar a sesiones 7 y 8. Por medio de una experimentación dirigida los estudiantes proponen montajes y situaciones particulares (Haciendo uso de poleas y cuerpos de diferentes características) para ser descritas y analizadas posteriormente. Se incentiva la discusión y la construcción grupal.</p>	<p>Esta sesión se ubica en la tercera fase del ciclo de modelización, en ésta, se busca promover la puesta a prueba del modelo inicial, mediante experiencias, actividades de laboratorio, experimentos mentales, simulaciones, etc.</p>	<p>Nivel de <b>análisis</b></p>	<p>Anexo 3.3 – Informe de sesión 9. Generado por plataforma Nearpod</p>

10	<p>Avanzar en proceso de puesta a prueba de modelo inicial.</p> <p>Consolidar ideas alrededor de la Fuerza en las Tres Leyes de Newton, en ejercicios puntuales de carácter cuantitativo</p>	<p>En esta sesión, con base en lo realizado en sesiones anteriores (trabajo de reconocimiento y representación de fuerzas), se pasa a un análisis cuantitativo, se presentan y ejemplifican diferentes situaciones: Cuerpo sobre superficie en reposo, cuerpo sobre superficie en desplazamiento (con y sin fricción), cuerpo sobre plano inclinado, cuerpo bajo influencia de tensiones, etc.; se realiza trabajo colaborativo y discusión en grupo para el análisis implicado</p>	<p>Esta sesión se ubica en la tercera fase del ciclo de modelización, en ésta, se busca promover la puesta a prueba del modelo inicial, mediante experiencias, actividades de laboratorio, experimentos mentales, simulaciones, etc.</p>	Nivel de <b>análisis</b>	<p>Se hace uso de plataforma Nearpod para compartir el material y los recursos destinados para este fin (diapositivas, imágenes, videos)</p>
11	<p>Avanzar en proceso de puesta a prueba de modelo inicial. Orientar la estructuración de ideas en modelo final</p>	<p>En esta sesión se realiza un segundo análisis de la situación y el fenómeno problematizado en la sesión 1 (actividad de iniciación), los estudiantes vuelven sobre las mismas preguntas y ponen a prueba su modelo inicial, contrastando los elementos explicativos iniciales con las ideas consolidadas a lo largo de las sesiones.</p>	<p>Esta sesión se ubica al inicio de la cuarta fase del ciclo de modelización, en esta, de la mano con el análisis realizado en la fase anterior, se presentan nuevas situaciones problema en la que deba guiarse la negociación de un modelo final consensuado, el cual</p>	Nivel de <b>análisis</b>	<p>Anexo 3.4 - Informe de sesión 11. Generado por plataforma Nearpod</p>

			sea expresado en un lenguaje adecuado y permita interpretar y explicar diferentes fenómenos.		
12	Promover el reconocimiento y expresión de modelo final consensuado	En esta sesión se realiza la construcción colectiva de una red conceptual sobre el concepto de Fuerza. En este proceso, de busca identificar elementos explicativos clave, establecer relaciones semánticas y reconocer sus implicaciones en principios, leyes y teorías discutidas en clase.	Esta sesión se ubica en la cuarta fase del ciclo de modelización, en esta, se guía la negociación de un modelo final consensuado, el cual sea expresado en un lenguaje adecuado y permita interpretar y explicar diferentes fenómenos.	Nivel de <b>análisis</b>	Figura 2
13	Promover la aplicación y transferencia de un modelo final consensuado	En esta sesión, por medio de un taller de aplicación, se invita a usar el modelo final consensuado en nuevas situaciones problema, estas situaciones recogen las diferentes ideas que se han consolidado alrededor del concepto de Fuerza, se realiza un análisis tanto cuantitativo como cualitativo con base en los principios, leyes y teorías discutidas en clase.	Esta sesión se ubica en la quinta y última fase del ciclo de modelización, en esta, el propósito se centra en la utilización del modelo consensuado tanto en la situación problemática inicial como en nuevas situaciones, que involucren nuevos fenómenos y contextos	Nivel de <b>utilización:</b> En este nivel se da el desarrollo de actividades específicas a través de las cuales los estudiantes hacen uso del conocimiento que han consolidado. Estas actividades permiten generar ambientes en los que el conocimiento es útil para los estudiantes. En este nivel se llevan a cabo procesos como	Anexo 3.5- Informe de sesión 13. Generado por plataforma Nearpod

				la toma de decisiones, resolución de problemas, experimentación e investigación	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------	--

### CAPITULO III

#### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para el análisis y discusión de los resultados obtenidos al inicio, durante y al final de la implementación de la propuesta de intervención, se definen tres ejes respectivamente. Aunque estos no estaban propiamente contemplados y definidos en el diseño previo de la propuesta, surgieron durante el proceso de intervención y coinciden con las fases o momentos del modelo del ciclo de modelización propuesto por Aragón, Jiménez-Tenorio, Oliva-Martínez y Aragón-Méndez (2018) (ver figura 1). Estos ejes se relacionan con la movilización de ideas entorno al concepto de fuerza en aspectos conceptuales (se analizan sesiones 1 y 11), de representación gráfica (se analizan sesiones 7 y 9) y de análisis cuantitativo y cualitativo de situaciones puntuales (se analiza sesión 12 y 13), los cuales se discuten a continuación. Cabe aclarar que se cuenta con los respectivos consentimientos informados diligenciados por los acudientes de los estudiantes partícipes del proceso de intervención, para la toma de evidencias y recopilación de la información (ver anexo 5).

#### **Análisis sesiones 1 y 11**

En este primer análisis se definen dos momentos distintos. El primero corresponde al uso y expresión del modelo inicial, mientras que el segundo se refiere a la puesta a prueba del modelo inicial para la estructuración de ideas en un modelo final. (Ver anexo 2.1)

En lo que respecta a este primer momento, que se ubica dentro de la sesión 1 de intervención, inicialmente se identifican ideas previas y experiencias de los estudiantes con relación al concepto de Fuerza, a través del reconocimiento y enunciación de elementos

explicativos. En los resultados obtenidos(Ver anexo 1.1) de las preguntas: ¿Cómo definen la fuerza? y ¿Cómo utilizan el término Fuerza? se identifica una marcada tendencia a superponer las creencias cotidianas (influenciada principalmente por la experiencia) para dar fundamento a sus explicaciones; este razonamiento en particular se puede enmarcar dentro de la lógica del pensamiento aristotélico, el cual fue presentado en el capítulo II, que permite a los objetos moverse y alterar su estado de reposo o movimiento por sí mismos. Partiendo de esta consideración, se puede establecer una correspondencia entre este tipo de razonamiento y las DAE caracterizadas por García & Dell’Oro(s.f), Castro(2011) y Bolaños & Giraldo (2016), que se definen como: Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas, dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos, dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento y dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción.

Esta relación entre la concepción aristotélica de la fuerza y las DA subyacentes se hace más evidente al momento de presentar una situación contextualizada a través de la cual se problematiza un fenómeno en el que la fuerza es el elemento explicativo principal (actividad de exploración). Si bien lo que se busca es que los estudiantes hagan uso de un lenguaje de representación que les permita constituir un modelo inicial por medio del cual puedan dar una primera explicación del fenómeno, lo que se evidencia a través de los resultados obtenidos de las preguntas propuestas es que no se logran relacionar los suficientes elementos conceptuales para asignarle un carácter explicativo a su respuesta, en otras palabras, esta concepción “tradicional” de la fuerza (que en últimas es la más soportada y accesible por la experiencia cotidiana) genera dificultades para transitar de la simple descripción de una situación particular a la explicación del fenómeno físico en términos de la fuerza como concepto físico fundamental.

En el segundo momento, que corresponde a la sesión 11 y marca la etapa final del proceso de intervención, se observan cambios significativos en el razonamiento de los estudiantes y en la forma en que abordan y explican las situaciones propuestas. Aunque el avance en la superación de las DAE en la que se enmarcaron los diferentes modelos iniciales no fue el mismo para todos los grupos, se destacan los resultados de los grupos 1, 2, 4 y 6 (Ver anexo 1.4), en los que se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, además de incorporar nuevas ideas que permiten probar o soportar su modelo inicial. Para contrastar la clasificación dada a este modelo inicial, surgido en la sesión 1, en términos del pensamiento

aristotélico; se refleja un cambio significativo en la medida que ya no se hace alusión a la fuerza como una propiedad intrínseca de los cuerpos, además de que se tienen en consideración otros elementos referentes a características propias de la fuerza y sus representaciones, ideas y principios fundamentales tales como: Los cuerpos no tienen ni buscan el reposo por lo tanto no generan movimiento por sí solos, los estados de reposo y movimiento son resultado de la misma propiedad física fundamental: la fuerza de inercia y esta fuerza de inercia se manifiesta como resistencia al cambio en el estado de movimiento; los cuales tienen lugar en el modo de razonamiento propuesto por Newton a través de sus leyes fundamentales del movimiento.

Esta movilización de las ideas de los estudiantes tiene lugar gracias a los diferentes procesos llevados a cabo en el trabajo de intervención realizado, dentro de los cuales se encuentran: "la introducción de nuevos puntos de vista, explicación, argumentación, razonamiento científico, evaluación por pares, aprendizaje cooperativo/colaborativo, andamiaje del profesor, negociación, escritura, comunicación y diálogo, exploración, síntesis y aplicación"; estos procesos se encuentran dentro de la caracterización que hace Oliva (2019, p. 15) de las prácticas particulares que permiten desarrollar procesos de modelización. Sin embargo, si bien se puede dar cuenta de esta movilización de las ideas que inicialmente fueron expresadas por los estudiantes a unas científicamente mayor soportadas, de cierto modo se presenta conflicto al querer consolidar otras ideas fundamentales alrededor de la acción por pares que se da entre las fuerzas y la relación simétrica que de allí se deriva. Este conflicto representa un factor determinante en la permanencia de DAE como: dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción y dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas, las cuales habían sido identificadas en la sesión 1; junto con una dificultad en algunos procesos de argumentación, los cuales implican cierto manejo de la teoría vista en clase, la cual es caracterizada por Bermeo & Rodríguez (2020) y se discute en el capítulo II.

### **Análisis sesiones 7 y 9**

De manera análoga al análisis anterior, se definen dos momentos (Ver anexo 2.2), el primero ubicado dentro de la sesión 7, en la cual se pretende consolidar las ideas, planteamientos, principios y leyes que se han discutido en las sesiones anteriores, en situaciones que requieren un análisis y una representación gráfica respectivamente. En los resultados obtenidos de este análisis realizado

por los estudiantes (Ver anexo 1.2) se mantiene la tendencia a superponer las creencias cotidianas sobre el modelo físico para dar fundamento a sus explicaciones, en el sentido que se sigue atribuyendo a la fuerza un carácter intrínseco que permite a los objetos moverse y alterar su estado de reposo o movimiento por sí mismos y no menos importante, que depende solo de un agente, es decir, que se “produce” internamente en cada cuerpo y que se puede comunicar o transferir a otro en un sentido unidireccional. Este razonamiento ya enmarcado dentro de la lógica del pensamiento aristotélico sigue de presente aún después de seis sesiones dedicadas a la discusión de los elementos teóricos que dan cuenta del comportamiento de la fuerza y que se consolidan en los planteamientos de cada una de las leyes del movimiento de Newton. Esto, entre otras cosas, pone de manifiesto el hecho de que el abordaje de carácter expositivo y teórico por sí solo no garantiza que haya un avance en el proceso de superación de las dificultades previamente identificadas en la sesión 1: Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas, dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos, dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento y dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción.

La permanencia de estas dificultades también se hace evidente en el momento en que los estudiantes ya no parten de situaciones ya propuestas, sino que deben proponer su propio montaje experimental y con base en este realizar el análisis y representación gráfica. En este proceso también se pueden establecer relaciones con otras dificultades como: Dificultad en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase (Ibid. 2020), dificultad para correlacionar los problemas propuestos con los conceptos trabajados en sesiones anteriores (Jaramillo, L. 2021), dificultad para reflexionar sobre los problemas y analizar las situaciones, y dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios (Villena, L 2021).

En el segundo momento, correspondiente a la sesión 9, se identificaron ciertas dificultades persistentes, lo que llevó a la identificación de necesidades implícitas para un proceso fructífero. Se tomaron decisiones respecto a la metodología a seguir para facilitar la transición de creencias cotidianas a aquellas con mayor fundamento teórico. Esto se tradujo en un cambio en la lógica de argumentación y en los procesos de correlación de los montajes propuestos por los estudiantes con los conceptos trabajados en sesiones anteriores. Asimismo, se observó un cambio en la forma en que se reflexiona sobre los problemas y se analizan situaciones de carácter cuantitativo en todos los grupos (Ver anexo 1.3). En contraste con la lógica aristotélica, se logra evidenciar que se deja

de lado la noción de la fuerza como un ente independiente y transferible en un solo sentido, ya que se tienen en consideración otros elementos referentes a características propias de la fuerza y sus representaciones, ideas y principios fundamentales tales como: Las fuerzas actúan por pares y esta relación que se da por la fuerza que actúa en los cuerpos es de carácter simétrico; los cuales tienen lugar en el modo de razonamiento propuesto por Newton, puntualmente en su tercera ley del movimiento.

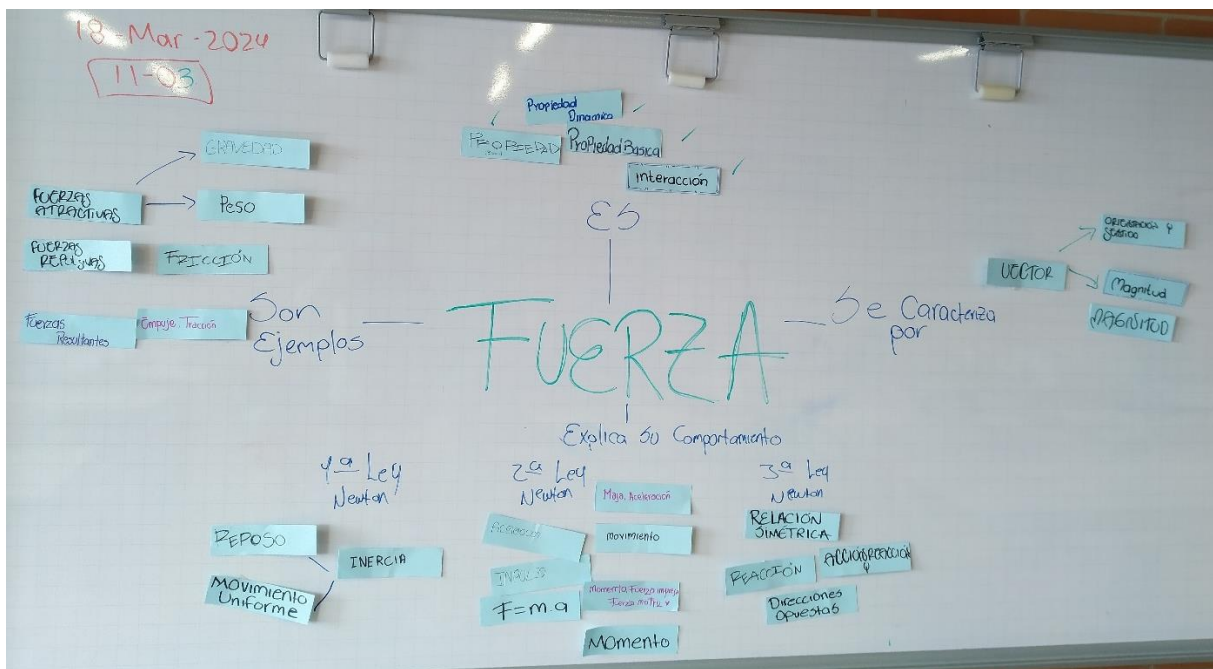
Por otro lado, aunque se muestra un cambio en el aspecto de las representaciones gráficas, el cual implica un análisis de las fuerzas que actúan en un cuerpo/sistema, se evidencia una dificultad (puede que en menor medida que en la sesión 1) para transitar de la descripción del comportamiento del montaje a la explicación del fenómeno físico implícito en él, con base en los elementos explicativos adecuados que permitan construir un argumento consolidado; esto pone de manifiesto el hecho de que permanece de cierto modo la dificultad en algunos procesos de argumentación, los cuales implican cierto manejo de la teoría vista en clase (Bermeo & Rodríguez, 2020). El proceso en el avance o no de esta persistencia se discute tanto en el análisis anterior, situado en la sesión 11, como en el análisis correspondiente a las sesiones 12 y 13, presentado a continuación.

### **Análisis sesiones 12 y 13**

Al igual que en los apartados anteriores, se identifican dos momentos para este último análisis, ambos ubicados al final del proceso de intervención. El primero corresponde a la negociación de un modelo final consensado (Ver figura 2), mientras que el segundo se refiere a la utilización del modelo consensado en nuevas situaciones que involucran nuevos fenómenos y contextos (Ver anexo 3.5)

Para el primer momento, situado en la sesión 12, se lleva a cabo la construcción colectiva de una red conceptual sobre el concepto de fuerza. Se escoge la red conceptual con base en lo propuesto por Galagovsky (1996), quien la define como "un instrumento para la explicitación, por medio del lenguaje, de aquellos significados profundos que muestran los conceptos relevantes y sus relaciones, tal como se han 'construido' en la estructura cognitiva consciente de quien la confeccionó" (Galagovsky, 1996, p. 54).

Este surge como alternativa a los ampliamente conocidos y utilizados mapas conceptuales, los cuales presentan una organización conceptual estrictamente jerárquica y las relaciones se dan mediante trazos con algún significado (o eso suponen). Para la construcción de esta red, se pide a los estudiantes que relacionen los conceptos que consideran más importantes alrededor del concepto fundamental previamente definido y sobre el cual se ha desarrollado la temática desde la sesión 1: Fuerza. Una vez se llega a un consenso sobre qué conceptos logran abarcar los aspectos fundamentales de la temática, se definen éstos como nodos y se establecen las relaciones semánticas entre nodos mediante verbos precisos, los cuales permiten generar oraciones nucleares entre nodos, estas oraciones nucleares representan la forma en que una idea o significado se almacena en la memoria. (Ibid, 1999). La red conceptual consolidada se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Red conceptual sobre el concepto de Fuerza. Construcción colectiva.

En el segundo momento definido para este análisis, correspondiente a la sesión 13, sesión final del proceso de intervención, se propone un taller de aplicación (Ver anexo 4), mediante el cual, a través de nuevas situaciones y fenómenos que implican un análisis de carácter cuantitativo y conceptual, se haga uso del modelo final consensuado. Dentro de los resultados obtenidos de esta actividad, se destacan los resultados de los grupos 1, 2, 4 y 5, en los que se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, además de incorporar

nuevas ideas, estructurarlas en un modelo final y partir de este para analizar y dar un argumento más consolidado a sus explicaciones en las situaciones propuestas. Siguiendo la línea de los resultados obtenidos en la sesión 11, se tienen en consideración elementos referentes a características propias de la fuerza y sus representaciones, ideas y principios fundamentales tales como: Los cuerpos no tienen ni buscan el reposo por lo tanto no generan movimiento por sí solos, los estados de reposo y movimiento son resultado de la misma propiedad física fundamental: la fuerza de inercia y esta fuerza de inercia se manifiesta como resistencia al cambio en el estado de movimiento, las fuerzas actúan por pares y esta relación que se da por la fuerza que actúa en los cuerpos es de carácter simétrico; los cuales tienen lugar en el modo de razonamiento propuesto por Newton a través de sus leyes fundamentales del movimiento, en contraposición al pensamiento aristotélico imperante en los resultados de las primeras sesiones de intervención.

La movilización de ideas en los estudiantes evidencia que el modelo final consensuado, expresado mediante la red conceptual, ayuda a avanzar en la superación de las Dificultades de Aprendizaje Específicas (DAE) que aún se manifestaban en los procedimientos de análisis y argumentación hasta la sesión 11. Según Galagovsky (1996), "Para enseñar y/o aprender alguna disciplina se requiere compartir significados, es decir, hacer explícitos los contextos semánticos de dicha disciplina. Los conceptos específicos son palabras -etiquetas lingüísticas- que codifican para significaciones precisas. La Red Conceptual es un instrumento cuyo uso adecuado auxilia en la tarea de consensuar codificaciones semánticas". Al configurar la estructura semántica en torno a la "Fuerza" y sus conceptos relacionados, los estudiantes están almacenando significados en su memoria, lo que les proporciona un punto de partida más claro al analizar, describir y explicar diferentes situaciones y fenómenos físicos.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo monográfico tuvo como finalidad realizar un análisis respecto al alcance y las contribuciones de la modelización para el abordaje de DAE asociadas al concepto de Fuerza. Para esto, se realizó un proceso de identificación y caracterización de dificultades implícitas en los modelos iniciales propuestos por los estudiantes en situaciones y escenarios que requerían de discusión y análisis de diferentes fenómenos relacionados con este concepto; seguido de un proceso de intervención orientado-metodológica y conceptualmente por el ciclo de modelización y los postulados de Newton sobre la Fuerza y sus efectos en el movimiento de los cuerpos. Se tiene como base los objetivos planteados al inicio de la investigación para las consideraciones que se exponen a continuación.

En primer lugar, respecto a las DAE que se propuso identificar en este grupo particular, éstas tuvieron lugar, en mayor o menor medida, a lo largo de las 13 sesiones de la propuesta de intervención. Los resultados de la actividad de reconocimiento que tuvo lugar en la sesión 1 (Ver anexo 1); de la mano con la caracterización hecha en el apartado de referentes teóricos, permitieron identificar y clasificar las dificultades más comunes entre los grupos de trabajo: Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas, dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos, dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento y dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción. En el desarrollo de las demás sesiones, en especial las sesiones 7,9 y 11, momentos clave para la recogida de información, se identificaron otras dificultades, tales como: Dificultad en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, dificultad en la comprensión de conceptos relacionados a principios más generales y otras dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios. En consonancia con lo propuesto por García & Dell 'Oro (s.f), Castro (2011) y Bolaños & Giraldo (2016), se observó que un factor determinante para el origen y permanencia de estas dificultades son las ideas previas (fundamentadas en la mayoría de las ocasiones por experiencias y/o creencias cotidianas) que están a la base de los modelos iniciales propuestos por los estudiantes.

En cuanto al fundamento disciplinar, esencial en la formación en la licenciatura, resultó muy importante el análisis multidimensional realizado alrededor de los modelos científicos

divulgados y reconocidos durante la consolidación del concepto de Fuerza como concepto fundamental en Física. Empezando por el aspecto histórico, el cual, entre otras cosas, permitió reconocer los diferentes lugares por los cuales transitó y se discutió esta noción entre diferentes pensadores (Aristóteles, Galileo, Descartes, Huygens, Leibniz, entre otros) hasta llegar a los planteamientos realizados por Isaac Newton, a través de sus tres leyes del movimiento, bajo los cuales se centró el análisis epistemológico y ontológico; aspectos de gran importancia para la comprensión de las propias concepciones de Newton sobre cómo se construye conocimiento científico a partir del análisis de fenómenos naturales y sobre la naturaleza de la Fuerza misma. Si bien el acercamiento de los estudiantes a los aspectos anteriormente mencionados no se hizo de manera explícita, la planeación, las actividades y las discusiones que tuvieron lugar en las sesiones definidas para la intervención docente (2,4,5 y 6) estuvieron orientadas hacia la reflexión alrededor de la naturaleza misma de la ciencia y su estrecha relación con la historia y la filosofía. Siguiendo a Godoy, O (2015) la incorporación de aspectos históricos en la enseñanza de las ciencias ... hace más atractivo el aprendizaje a los estudiantes, humaniza las ciencias... promueve una comprensión más profunda y adecuada de los contenidos científicos, además de estimular el pensamiento crítico y las habilidades de razonamiento” (Godoy, 2015, pp 25).

Respecto a la implementación de la propuesta de intervención que fue llevada al aula, cuyo diseño estuvo orientado hacia el acercamiento de los estudiantes a las ideas fundamentales que subyacen los planteamientos de Newton sobre la fuerza (presentadas en el capítulo II) por medio de diferentes actividades propuestas dentro del marco del ciclo de modelización, es importante resaltar que no se trató de un proceso lineal y estrictamente sujeto al diseño preliminar. Dadas las mismas dinámicas gestadas en el marco del trabajo realizado con los estudiantes, hubo lugar para modificaciones tanto en la planeación como en las actividades propuestas para las sesiones, a causa de la identificación de dificultades surgidas en el transcurso del proceso llevado con el grupo. Un ejemplo puntual de lo anterior es lo realizado entre la sesión 7 y 9; si bien en la sesión 1 se identificaron y clasificaron cierto tipo de dificultades, lo que se evidenció en el desarrollo de las sesiones 7 y 8 es que a lo largo del proceso no solo pueden permanecer las dificultades iniciales, sino que puede haber lugar para otro tipo de dificultades sobre la marcha, y estas, al igual que las identificadas en un primer momento, requieren de un abordaje oportuno, esto con el fin de superarlas y dar pie a la progresión de los modelos iniciales. Lo anterior, por otro lado, permitió

poner sobre la mesa y cuestionar el presupuesto de que es suficiente con presentar los postulados de cada ley a los estudiantes para que los comprendan y “reemplacen” las ideas que ya tienen por estos. La incorporación de nueva información a la estructura de pensamiento de los estudiantes no es tarea fácil, esta requiere no solo de una adecuada presentación de la información sino también del adecuado desarrollo de actividades a través de las cuales se promueva la movilización de estas concepciones de carácter más intuitivo hacia ideas y elementos explicativos científicamente mayor soportados, que estén en consonancia con la temática abordada en clase.

Los hallazgos obtenidos al final del proceso de intervención, los cuales se presentan con mayor detalle en el apartado de análisis y discusiones, permitieron identificar cambios significativos en la lógica de argumentación y el manejo de teoría en 4 de los 7 grupos de trabajo conformados, cambios que se hicieron evidentes en los modelos explicativos finales respecto a los modelos iniciales propuestos en un primer momento. Dentro de estos se pudo evidenciar el cambio en la noción de la fuerza como propiedad intrínseca de los cuerpos y como elemento que depende de la acción de un solo agente, la cual se configura a partir de una lógica intuitiva, generalmente en el marco de la cotidianidad y que tiene estrecha relación con las concepciones aristotélicas sobre la naturaleza del movimiento de los cuerpos. En contraste con las anteriores, dentro de las ideas que se lograron consolidar alrededor del concepto de Fuerza se encuentran: Los cuerpos no tienen ni buscan el reposo por lo tanto no generan movimiento por sí solos, los estados de reposo y movimiento son resultado de la misma propiedad física fundamental: la fuerza de inercia, esta fuerza de inercia se manifiesta como resistencia al cambio en el estado de movimiento, la expresión  $F = ma$  permite dar cuenta del efecto de la fuerza sobre el movimiento de un cuerpo cuantitativamente, las fuerzas actúan por pares y esta relación que se da por la fuerza que actúa en los cuerpos es de carácter simétrico. La incorporación de estas ideas fundamentales a los modelos iniciales, dotó a los estudiantes de los suficientes elementos explicativos para llevar a cabo la construcción, análisis y discusión para la consolidación de los modelos explicativos finales, los cuales les permitieron ubicarse en otros lugares desde los cuales abordar las diferentes situaciones y fenómenos propuestos, para de esta manera pasar de la acción meramente descriptiva a la explicación fundamentada por argumentos más sólidos y en consonancia con el modo de razonamiento propuesto por Newton a través de sus leyes fundamentales del movimiento.

Lo expuesto en párrafos anteriores permite, en términos generales, considerar a la modelización como un enfoque didáctico apropiado para abordar y superar diversas dificultades de aprendizaje específicas (DAE) relacionadas con el concepto de Fuerza. Estas dificultades dependen en gran medida del contexto educativo específico y de las características del grupo de estudiantes; así mismo, dependerán las acciones pedagógicas y didácticas con las que se busque promover la progresión de las ideas de los estudiantes alrededor de este concepto.

A través de diferentes procesos orientados por el ciclo de modelización los estudiantes tienen la posibilidad no solo de movilizar sus ideas alrededor del concepto de Fuerza sino también de ser conscientes de los cambios que pueden tener lugar en la medida en que avanzan en el desarrollo de prácticas como la explicación, argumentación, evaluación por pares, aprendizaje cooperativo/colaborativo, negociación, escritura, comunicación y diálogo; al ser conscientes de estos cambios, son los mismos estudiantes quienes toman la decisión de revisar y reestructurar sus modelos explicativos para dar cuenta de diferentes fenómenos en los que la fuerza cumple un papel fundamental.

Es importante mencionar que dicha toma de decisiones y progresión de los modelos explicativos implican unas demandas de tipo cognitivo que no pueden ser dejadas de lado en el contexto del aprendizaje de las ciencias y en particular de la física; en línea con Inhelder y Piaget (1955) el pensamiento formal es el estadio de mayor complejidad dentro de la formación de los sujetos debido a sus características e implicaciones, como lo son el razonamiento más allá de lo posible o real, su carácter proposicional y su naturaleza hipotético-deductiva; ésta de acuerdo con Pozo y Gómez (2017), intenta ser una caracterización psicológica del pensamiento científico, ya que el afianzamiento de estos procesos (junto con otros) son necesarios para llegar a tener una sólida comprensión de los diferentes modelos científicos que normalmente son llevados al aula. En ese sentido, es responsabilidad del maestro promover escenarios en los que los estudiantes tengan la posibilidad de aprender a usar esas formas de pensamiento en diferentes dominios y tareas, más allá de pretender desarrollar en ellos este pensamiento formal (Pozo y Gómez, 2017).

## BIBLIOGRAFÍA

Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de cas. *Revista Científica*, 32(2), 193-206. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.12972>.

Aristóteles. (1995). *FISICA. Introducción, Traducción Y Notas De Guillermo R. De Echandía*. Editorial Gredos, S. A.

Barahona Henao, Yonier. (2015). La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de la segunda ley de Newton en grado décimo: Estudio de caso en la Institución Educativa Sor Juana Inés De La Cruz del municipio de Medellín.

Bermeo, E y Rodríguez, M. (2020). El Aprendizaje Significativo De La Primera Ley De Newton Utilizando El Aula Invertida Y Las Simulaciones Digitales. Propuesta: Secuencia De Videos Instruccionales Para La Enseñanza De La Primera Ley De Newton.

Bermúdez, J., Hernández, O. & Ruiz, Y. (2018). Caracterización De Los Procesos De Recontextualización De Saberes En Física. Una propuesta de intervención desde la fuerza, la refracción y las reflexiones metafísicas. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10495/28167>

Bolaños, y Giraldo (2016). Dificultades En El Aprendizaje De La Segunda Ley De Newton Desde Una Perspectiva Histórica-epistemológica, Y Psicológica. Universidad del valle.

Broca, P (1861). Remarques sur le siege de la faculté du langage articulé, suivis d'une observation d'aphémie. *Bulletin de la Société de Anatomie de Paris*.

Bronfenbrenner, U. (1987a). *La ecología del desarrollo humano*. Buenos Aires: Paidós.

Budini, N., Marino, L., Giuliano, M., Carreri, R., Cámara, C., & Giorgi, S. (2019). Uso del inventario sobre el concepto de fuerza como herramienta para monitorear el cursado de Física I. *Revista De Enseñanza De La Física*, 31, 107–114. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26535>

Camacho Ríos, Alberto, Valenzuela González, Verónica, & Caldera Franco, Marisela Ivette. (2017). Modelización de una actividad de la física para mejorar la enseñanza del concepto de función. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 8(15), 57-67

Camacho, J. P., & Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivo lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(2), 197-212.

Campbell, T., Oh, P. S., Maughn, M., Kiriazis, N., & Zuwallack, R. (2015). A Review of Modeling Pedagogies: Pedagogical Functions, Discursive Acts, and Technology in Modeling Instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 159-176. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1314a>

- Clement, J. J. and Rea-Ramirez, M. A. (2008). Model Based Learning and Instruction in Science. USA:Springer
- Critchley, M. (1968). Dysgraphia and other abnormalities of written speech. *Pediatric Clinics of North America*, 15(3), 639-650
- De Ortuzar, G. (2011). La teoría del aprendizaje de Juan Municio Pozo (parte I). *Psicología y Psicopedagogía*, 24, 28-39.
- Defior, Sylvia. (1996). *Las Dificultades De Aprendizaje: Un Enfoque Cognitivo. Lectura, Escritura Y Matemáticas.*
- Descartes, R (1995). *Los Principios de la filosofía.*Tr. Guillermo Quintas. Madrid, Alianza editorial.
- Dugan, R. (1954). *La mécanique au XVII siècle*, VRIN, Paris.
- Escamilla, L. (2019). Modelos del sistema tierra - sol con el grupo de astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10520>.
- Etkina, Gentile, & Van Heuvelen (2005). *Electricity and Magnetism: An Analysis of Undergraduate Students' Conceptual Difficulties.*
- Finegold, M. Y Gorsky, P. (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency, *International Journal of Science Education*, 13(1), pp. 97-113.
- Flores-García, S., Alfaro-Avena, L., Dena-Ornelas, O., & González-Quezada, M. (2008). Students' understanding of vectors in the context of forces. *Revista Mexicana de Física*, 54(1), 7-14.
- Galagovsky, L.R. (1996). *Redes conceptuales. Aprendizaje, comunicación y memoria.* Argentina: Lugar Editorial.
- Galarza, A. M. (2021). Modelando ando con los niños de quinto grado: el arcoíris. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13458>.
- García Castro, Y. (2011). Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática.
- Geymonat, Ludovico. (1969). *Galileo Galilei.* Editorial Península, Barcelona.
- Godoy, Olga Lucía. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura / William Manuel Mora Penagos et al*, Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Pp 15-31.
- Gomez Crespo, M y Pozo, Juan Ignacio. (2017). Dificultades de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. En Antoni Badia (coord) et al. *Dificultades de aprendizaje: matemáticas, lenguaje, ciencias naturales y ciencias sociales.* (pp. 183-253). Editorial Magisterio.

- Guicciardini, N. (1999). *Reading the Principia. The debate on Newton's mathematical methods for natural philosophy from 1687 to 1736*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hinshelwood, J. (1917). *Congenital word-blindness*. Chicago: Medical Book Company.
- Hinshelwood, J. (1895). Word-blindness and visual memory. *Lancet*, 2, 1564-1570.
- Jammer, Max. (1999). *Concepts of Force: A Study in the Foundations of Dynamics*. Courier Corporation
- Jaramillo Mazo, Leidy (2021). La actividad experimental exploratoria: una herramienta para la exploración conceptual sobre las leyes de Newton.
- Jiménez Gómez, E., Solano, I. Y Marín, N (2000). Análisis De La Metodología Utilizada En La Búsqueda De «Lo Que El Alumno Sabe» Sobre Fuerza. *Enseñanza De Las Ciencias*, 2000, 18 (2), 171-188.
- Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>.
- Justi, Rosária. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 24, n.º 2, pp. 173-184, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>.
- Kavale, K.A. (1992). La relatividad epistemológica en las discapacidades para el aprendizaje. *Siglo Cero*, 139, 42-45.
- Kavale, K.A. (1993). «A science and theory of learning disabilities». En G.R. Lyon, D.B. Gray, J.F. Kavanagh y N.A. Krasnegor (Eds.). *Better understandig learning disabilities: New views from research and their implications for education and public policies*. Baltimore, MD: Brookes, pp. 171-195.
- Kephart, N.C. (1964). «Perceptual-motors aspects of learning disabilities». *Exceptional Children*, n.º 31 (4), pp. 201-206.
- Kepler J. (1621), *Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelectium*, Eresmi Kempferi, Froncofurti,
- Kirk, S. A., & Bateman, B. F. (1962). Diagnosis and remediation of learning disabilities: Evaluation of research and theory. *Exceptional Children*, 29(1), 1-14.
- Knuuttila, T. (2005). *Models as epistemic artefacts: toward a non-representationalist account of scientific representation*. Helsinki, Finlandia: Department of Philosophy, University of Helsinki.
- López Santos, Ma Carmen (s.f). *Experimento docente sobre Dinámica I (Leyes de Newton): una propuesta de innovación teórico-práctica*. Universidad de Sevilla.

- M.B.García, G. Dell’Oro. (s.f). Algunas Dificultades En Torno A Las Leyes De Newton: Una Experiencia Con Maestros. Universidad Nacional de Mar del Plata
- Maglo, K. (2007). Force, Mathematics, and Physics in Newton's Principia: A New Approach to Enduring Issues. *Science in Context*, 20(4), 571-600. doi:10.1017/S0269889707001457.
- Massin, O. (2009). The Metaphysics of Forces. *Dialectica*, 63(4), 555–589.  
<http://www.jstor.org/stable/24706245>
- Moreno, J & Velásquez, N. (2017). Enseñanza de las leyes de Newton en grado décimo bajo la Metodología de Aprendizaje Activo. *Revista de Educação em Ciências e Matemática* | v.13 (26) Jan-Jun 2017. p.82-101.
- Nersessian, N. (2008). Mental model in conceptual change. In: Vosniadou, S. (Ed). *International Handbook on Conceptual Change*, pp. 391-416.
- Newton, Isaac. (1999). *The Principia: mathematical principles of natural philosophy*. Traducción de Cohen, Bernard y Whitman, Anne. Berkeley: University of California Press.
- Oldstein, K. (1942). *After effects of brain injuries*. New York: Grune and Stratton
- Oliva, José María. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 37, n.º 2, pp. 5-24, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/356151>.
- Orozco, Sergio. (2005). Metodología ‘Científica’ En La Explicación De La Fuerza Gravitacional Anotaciones Sobre La Causalidad Ontológica De La Fuerza En Isaac Newton. saga - revista de estudiantes de filosofía. Universidad Nacional de Colombia.
- Ortiz. Maria del Rosario. (2004). *Manual de dificultades de aprendizaje*. Grupo Anaya Publicaciones Generales
- Orton (1928). Specific Reading disability-strephosymbolia. *Journal of the American Medical Association*, 90, 1095-1099.
- Orton, S.T. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. New York: Norton.
- Peduzzi, Luiz O. Q.; Zylbersztajn, A. (1997). La física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 1997, v. 15, n. 3, noviembre ; p. 351-359.
- Percas, Daniela Leticia. (2022). *La Modelización Como Estrategia Didáctica Para La Enseñanza De Las Leyes De Newton En Estudiantes De Biomecanica De La Carrera De Licenciatura En Kinesiología Y Fisiatría De La Unrn*.
- Pozo, J y Monereo, C. (2000). *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo*. Santillana.

- Prins, G. T. (2010). Teaching and Learning of Modelling in Chemistry Education: Authentic Practices as Contexts for Learning (tesis doctor-al). Universiteit Utrecht.
- Quimbiamba Simbaña, Luis. (2023). Estrategias Activas De Aprendizaje Y Simuladores Para La Enseñanza De Las Leyes De Newton, Orientado A Estudiantes De Segundo De Bachillerato.
- Ramírez, A. (s.f). Metodología De La Investigación Científica. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad De Estudios Ambientales Y Rurales.
- Rivera-Juárez, J. M., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E., & Mercado, C. (2021). Evolución histórica del concepto fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 8, No. 4, pp 4601-1 - 4601-7.
- Robles, C. A. (2021). Enseñanza de los procesos de convección en relación con el movimiento de placas tectónicas y el fenómeno de subducción en la Tierra, una propuesta de aula desde la asignatura de física. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16796>.
- Rodríguez Salamanca, K. L. (2019). Revisión bibliométrica sobre la modelización en ciencias naturales (2008-2018). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/23242>.
- Romera, Ana. (2019). Diseño, implementación y valoración de una secuencia de enseñanza sobre el modelo de fuerzas para 4º de ESO.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 239-276). Alcoy, Marfil.
- Santana-Fajardo, José Luis. (2018). Ganancia en el aprendizaje del concepto de fuerza y cambio en las actitudes hacia la física en estudiantes de la Escuela Preparatoria de Tonalá. *CienciaUAT*, 13(1), 65-80. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.974>
- Santiuste, V & González, J (2020). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica. 3ª Edición. Ediciones de la U.
- Shapiro, A. E., (2007). La "Filosofía Experimental" De Newton. *Estudios de Filosofía*, (35), 111-147.
- Simon, M (2003). A comparison of university students' understanding of vector concepts in physics and mathematics.
- Smith, George. (2002). The Methodology of the Principia. En: Cohen & Smith 2002, 138–173.
- Soto Alvarado, M., & Porflitt Becerra, F. (2024). Resultados de una intervención orientada a la modelización entre Física-Música en formación inicial docente. *Revista Iberoamericana De Educación*, 94(1), 115–136. <https://doi.org/10.35362/rie9415937>.
- Taber, K. (2013). *Modeling Learners and Learning in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Tamayo, Ó. E. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias: 3484-3487.

Tamayo, Ó. E., López, A. M. y Orrego, M. (2017). Modelización multidimensional en la didáctica de las ciencias. Una aplicación en la enseñanza y aprendizaje de la inmunología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extraordinario, 4313-4317.

Torgesen, J.K. (1990). *Cognitive and behavioral characteristics of children with learning disabilities*. Austin, TX: Pro-Ed

Uribe, M. M. (2018). Análisis histórico y la recontextualización del concepto de fuerza (vis viva – vis mortua) en el caso de la caída según Leibniz, Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/9484>.

Vallés, Antonio. (1998). *Dificultades de Aprendizaje e Intervención Psicopedagógica*. Primera edición.

Vásquez Osorio, Viviana Marcela. (2017). *Efectividad del Uso de las Tic en la Enseñanza-Aprendizaje de la Primera y Segunda Ley de Newton*. Universidad Nacional de Colombia

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), pp. 205-221.

Villena Jaitia, L (2021). *Aula Invertida Como Método De Enseñanza-aprendizaje De Física Para Leyes De Newton En Bachillerato*.

Watts, D.M. (1983). A study of schoolchildren's alternative frameworks of the concept of force. *European Journal of Science Education*, 5(2), pp. 217-230.

Wender, P. H. (1971) *Minimal Brain Dysfunction in Children*. New York: Wiley-Interscience.

Werner, H. Y STRAUSS, A.A. (1940). «Causal factors in low performance». *American Journal of Mental Deficiency*, n.º 45, pp. 213-218.

Wiederholt, J.L. (1974). «Historical perspectives on the education of the learning disabled». En L. Mann y D.A. Sabatino (Eds.). *The second review of special education*. Austin, TX: Pro-Ed, pp. 103-152

William G., De Magnete, (1600), Translated by P. Fleury Mottelay (New York, 1958).

Wong, B.Y.L. (1996). *The ABC of learning disabilities*. San Diego, California: Academic Press.

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de Sesiones 1, 7, 9 & 11.

#### Anexo 1.1. Resultados sesión 1

<b>1. ¿Cómo definirían la Fuerza?</b>
---------------------------------------

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	
1	Una magnitud que puede ocasionar un cambio en un objeto o en su ambiente; potencia que ejerce un objeto al realizar cierto movimiento; capacidad de mover algo que tenga una resistencia o un peso.	Magnitud, cambio, potencia, movimiento, capacidad, resistencia, peso	
2	Movimiento y resistencia	Movimiento, resistencia	
3	La fuerza es un movimiento que se genera mediante la presión de un objeto o persona	Movimiento, presión	
4	Movimiento que puede cambiar con la gravedad	Movimiento, cambio, gravedad	
5	La fuerza es algo que tiene mucha intensidad, depende de cada aspecto de determinada cosa	Intensidad	
6	Movimiento de un cuerpo, intensidad	Movimiento, intensidad	

7	Para que haya una fuerza tienen que haber dos factores donde se mida la fuerza que uno ejerce con el otro	Medición, acción de un cuerpo sobre otro	
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	--

**2. ¿Cómo utilizan el término Fuerza?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	
1	Llevar las bolsas del supermercado, Al ejercer presión sobre algún objeto,	Presión, sostener y llevar peso	
2	Al mover un cuerpo	Movimiento	
3	Para tender la cama, para destapar algo, hacer ejercicio, correr sillas, etc	Capacidad física, movimiento, acción sobre un objeto	
4	la utilizamos en la mayoría de cosas de la vida cotidiana ya que nos ayuda muchas cosas desde coger un lápiz hasta movernos	Movimiento, capacidad física	
5	Al cargar objetos; acción de un objeto sobre otro (balanza)	Sostener y llevar peso	
6	Capacidad física para realizar un movimiento	Movimiento, capacidad física	
7	Varias cosas del día a día, por ejemplo, llevar una maleta, haciendo mercado, etc	Movimiento, sostener y llevar peso	

**3. ¿Consideran que existe una diferencia en el significado que se le da a la palabra “Fuerza” en la vida cotidiana y el que podría tener cuando explicamos fenómenos físicos? ¿Por qué?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Elem. Explicativos</b>	
1	Si, porque en la vida cotidiana hablamos de fuerza como un movimiento ausente sin explicación física y en el fenómeno físico se puede dar explicación de esta por números y racionalidad	Movimiento, números, racionalidad	
2	No, porque el concepto de fuerza que usamos de manera cotidiana está relacionada de manera directa con el concepto de la fuerza como fenómeno físico	Fuerza en contexto cotidiano = Fuerza en fenómeno físico	
3	No, porque la fuerza en la física se basa sobre la fuerza de un movimiento sobre el cuerpo que se desplaza, mientras que en la vida cotidiana la fuerza es más sobre hacer algún movimiento	Fuerza en contexto cotidiano = Fuerza en fenómeno físico	
4	Si, porque la fuerza puede variar según donde estemos	No se relacionan elementos explicativos	
5	Si es una diferencia por qué en la vida cotidiana se utiliza para mover cosas etc, mientras en lo físico se refiere a una velocidad o forma de un objeto	Movimiento, velocidad, forma	
6	No, ya que al levantar peso estás haciendo la misma fuerza como un fenómeno físico	Fuerza en contexto cotidiano = Fuerza en fenómeno físico	

7	No hay diferencia por q es algo de la vida cotidiana es algo q tiene una explicación científica y se basa en un fenómeno físico	Fuerza en contexto cotidiano = Fuerza en fenómeno físico	
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	--

**4. ¿Qué papel cumple la fuerza en esta situación? Situación 1 - Actividad de exploración**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	Tanto resistencia para no salir de la zona o caerse y como impulso para empujar a la otra persona	Resistencia, impulso, empuje	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
2	La capacidad de mover a otro cuerpo	Capacidad, movimiento	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
3	Sacar al compañero de el límite y ganar	No se relacionan elementos explicativos	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
4			
5	La rivalidad y la competencia	No se relacionan elementos explicativos	2
6	Hace que el cuerpo de la otra persona se desplacé, disminuya la velocidad y en algunas ocasiones que cambie de dirección.	Desplazamiento, velocidad, cambio de dirección	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos

7	La fuerza q implica en estas situaciones es la mayor presión ejerza	Presión, sostener y llevar peso	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
---	---------------------------------------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------------------------------------

**5. ¿Qué está ocurriendo cuando x empuja a y?, ¿Por qué ocurre eso?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	los cuerpos se mueven respectivamente al lugar donde haya más fuerza , como al empujar a la persona se ejerce cierta fuerza hacia adelante y pierde la persona que tenga menos fuerza	Fuerza, movimiento, empuje	dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción
2	Se desplaza el cuerpo empujado	Desplazamiento	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
3	sí genera una fuerza en el que se desplaza un cuerpo	Fuerza, desplazamiento	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
4	Se ejerce fuerza pero en diferentes sentidos contrarios	Fuerza, sentido	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
5	Porque y tiene más fuerza que x, genera más presión	Fuerza, presión	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
6	Generando fuerzas opuestas, cuando siempre uno tiene más fuerza que el otro.	Fuerzas, sentido	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos

7	Lo q pasa q al unirse x a y transmite un movimiento dominante donde el otro ejerce más presión haciendo q el otro no pueda ejercer la misma presión	Transmisión, movimiento, presión	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

**6. ¿Cambiaría algo si x fuera más grande que y?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	Claro que si por lo que es un cuerpo más pesado y grande lo cual dificulta al cuerpo Y empujar al cuerpo X así como este puede ejercer más fuerza	Peso, volumen, empuje, fuerza	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
2	X se haría más difícil de mover siempre y cuando su masa también aumente	Movimiento, masa	dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción
3	No, porque no depende de la masa, si no de la fuerza	Masa, fuerza	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
4	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grande	Fuerza, volumen	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
5	No, depende de la fuerza que ejerza uno, no importa la estatura	Fuerza. dimensiones	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidiana
6	No, ya que requiere más de resistencia.	Resistencia	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidiana

7	Si por q puede ver más fuerza de x q de y	Fuerza	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
---	-------------------------------------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------

**7. ¿Cómo creen que se distribuye la fuerza?**

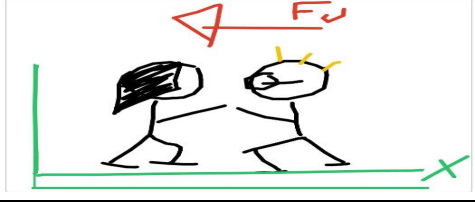
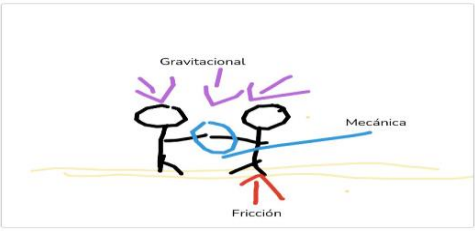
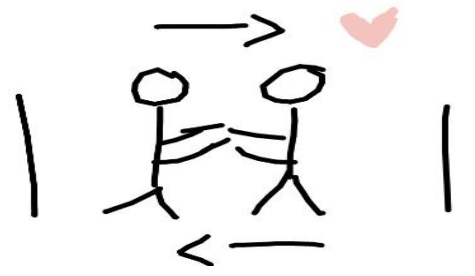
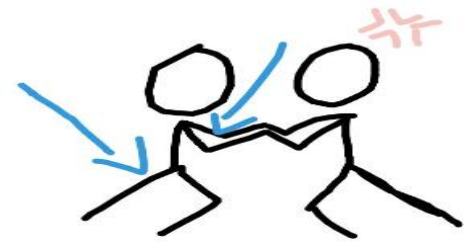
Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	La parte que hace mayor fuerza de resistencia son las piernas y la espalda, la otra parte que distribuye fuerza son los brazos para empujar al otro participante	Fuerza, resistencia, distribución, empuje	dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción
2	Los dos cuerpos ejercen fuerza, externamente dos fuerzas la fricción y gravedad la fricción el piso y la gravedad los cuerpos	Fuerza, fricción, gravedad	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
3	En los brazos para hacer fuerza, las piernas para tener resistencia y el tronco para tener estabilidad	Fuerza, resistencia, estabilidad	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
4	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo, pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza	Distribución, fuerza	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
5	Por medio de los músculos, las piernas, los brazos	No se relacionan elementos explicativos	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
6	El los brazos y en las piernas	No se relacionan elementos explicativos	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas

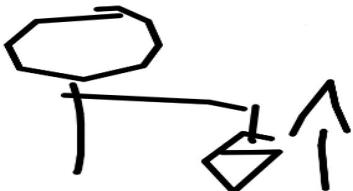
7	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo en general	Distribución, fuerza	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
---	------------------------------------------------------	----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

**8. ¿Está involucrada más de una fuerza? ¿Cuáles?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	Si, la fuerza de gravedad, fuerza mecánica y muchas más solo no sabemos cuáles.	Gravedad, fuerza "mecánica"	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
2	Si, mecánica, rozamiento, y gravitacional	rozamiento, gravedad, fuerza "mecánica"	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
3	Fuerza muscular y nerviosa	No se relacionan elementos explicativos	Dificultad para superponer la interpretación desde el modelo físico sobre creencias cotidianas
4	Fuerza dinámica fuerza de resistencia fuerza máxima ya que varias son las que se unen para el evento	Fuerza "dinámica", resistencia, fuerza "máxima"	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
5	esta la resistencia y fuerza absoluta y máxima	Resistencia, fuerza "absoluta", fuerza "máxima"	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
6	Si, fuerza resistencia, fuerza máxima	Resistencia, fuerza "máxima"	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
7	Involucrada la fuerza estática la fuerza dinámica la fuerza máxima exclusiva y fuerza de resistencia	Fuerza estática, fuerza "dinámica", fuerza "máxima exclusiva", resistencia	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento




9. ¿Cómo representarían la(s) fuerza(s) involucradas? Realicen un dibujo ilustrativo

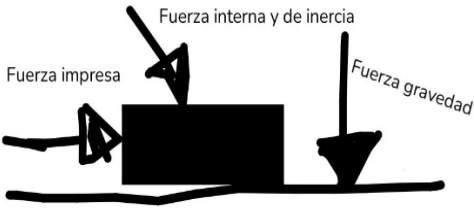

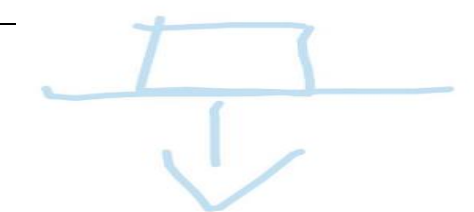

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Cuerpos, Fuerza en una dirección	dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción
2		Gravedad, fricción, fuerza "mecánica", se asignan diferentes direcciones	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
3		Cuerpos, fuerzas en direcciones opuestas	dificultad en la asociación entre fuerza y movimiento
4		No se relacionan elementos explicativos	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
5		No se relacionan elementos explicativos	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos
6		Cuerpos, fuerzas en direcciones opuestas	dificultad para definir y caracterizar el movimiento de los cuerpos

7		Cuerpo, fuerzas en direcciones opuestas	dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción
---	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

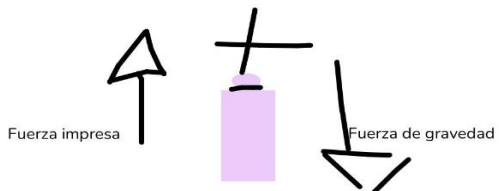
### Anexo 1.2. Resultados sesión 7

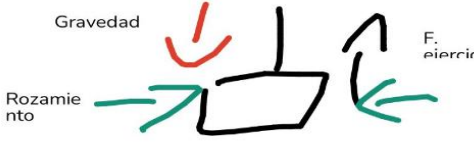

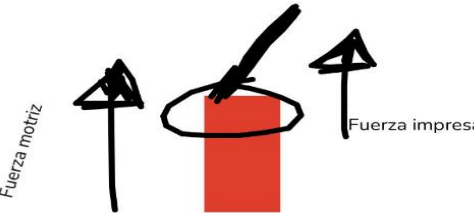

#### 1. Primer situación propuesta: Objeto en reposo sobre superficie

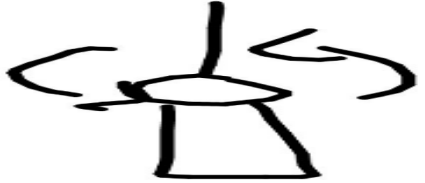

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Fuerza "interna", fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
2		Gravedad, rozamiento	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
3		Fuerza	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

4		Fuerza impresa, fuerza "interna", fuerza de inercia, fuerza de inercia	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
5		Fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6		No se relacionan elementos explicativos	Dificultades en los procesos de formalización, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	Dificultades en los procesos de formalización, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

**3. Tercera situación propuesta: Objeto suspendido en el aire por una cuerda**

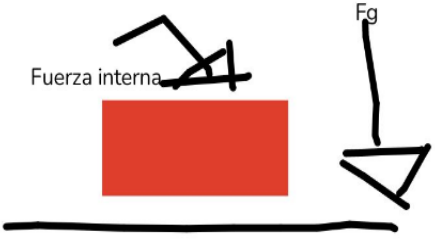

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Fuerza impresa, fuerza de gravedad	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios




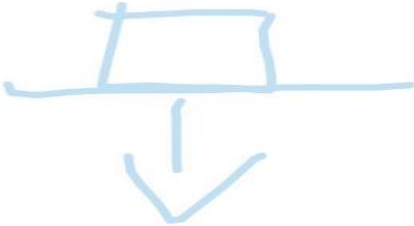

2	 <p>Gravedad</p> <p>Rozamiento</p> <p>F. ejercida</p>	Gravedad, rozamiento, fuerza ejercida	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
3	 <p>Fuerza de gravedad</p>	Fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
4	 <p>Fuerza motriz</p> <p>Fuerza impresa</p>	Fuerza motriz, fuerza impresa	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
5		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

6		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

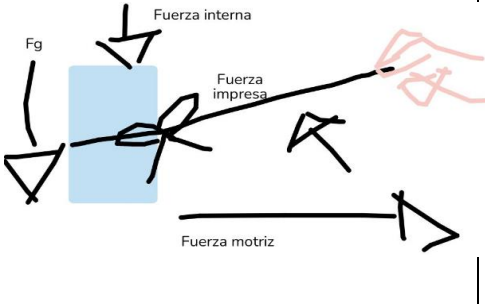
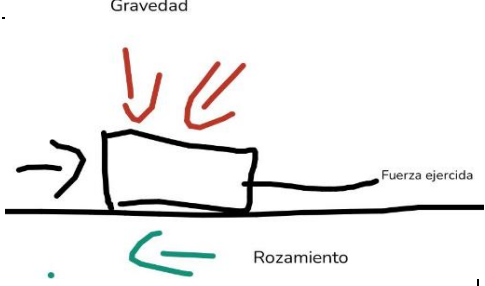

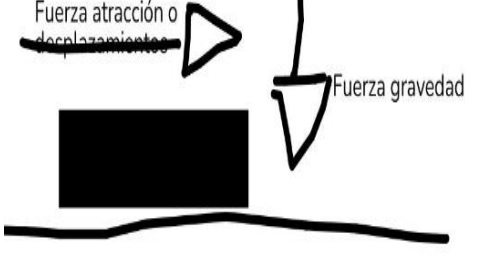
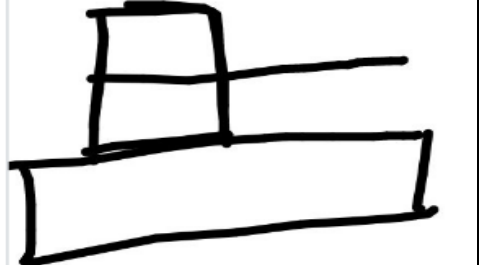
### Sesión 7

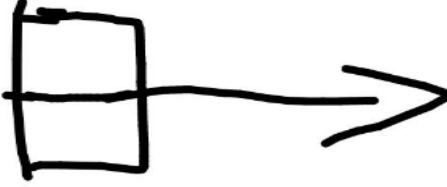
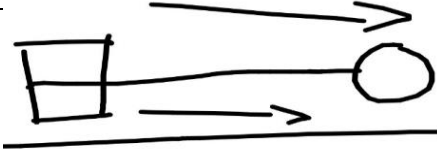
#### 1. Primer situación propuesta: Objeto en reposo sobre superficie

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Fuerza "interna", fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
2		Gravedad, rozamiento	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

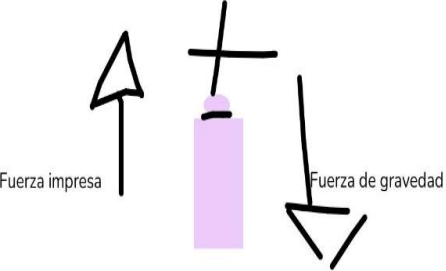
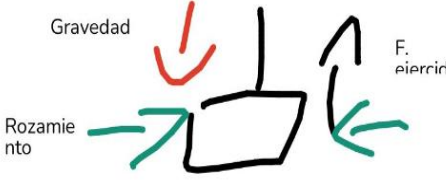

3	 <p>Fuerza hacia abajo</p>	Fuerza	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
4	 <p>Fuerza impresa</p> <p>Fuerza interna y de inercia</p> <p>Fuerza gravedad</p>	Fuerza impresa, fuerza "interna", fuerza de inercia, fuerza de inercia	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
5		Fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6		No se relacionan elementos explicativos	Dificultades en los procesos de formalización, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	Dificultades en los procesos de formalización, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

**2. Segunda situación propuesta: Objeto en movimiento sobre superficie**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Fuerza de gravedad, fuerza "interna", fuerza impresa, fuerza motriz	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
2		Gravedad, rozamiento, fuerza ejercida	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
3		Fuerza de rozamiento	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
4		Fuerza de gravedad, fuerza de atracción - desplazamiento	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
5		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

6		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores


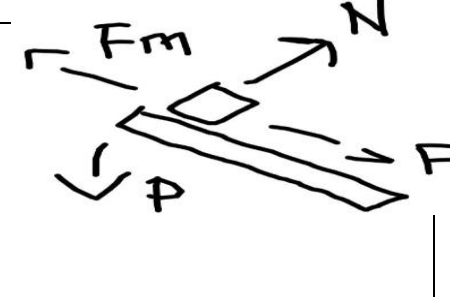
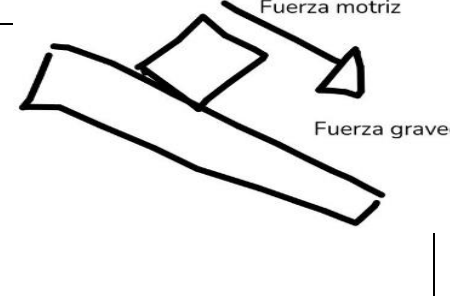

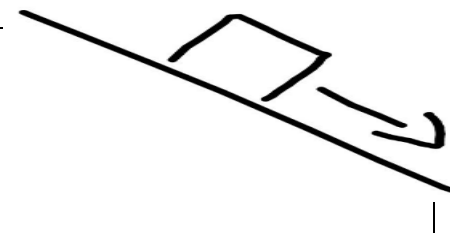
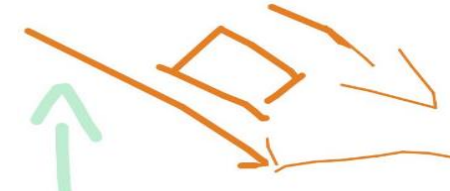
**3. Tercera situación propuesta: Objeto suspendido en el aire por una cuerda**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		Fuerza impresa, fuerza de gravedad	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
2		Gravedad, rozamiento, fuerza ejercida	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
3		Fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores




4		Fuerza motriz, fuerza impresa	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
5		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

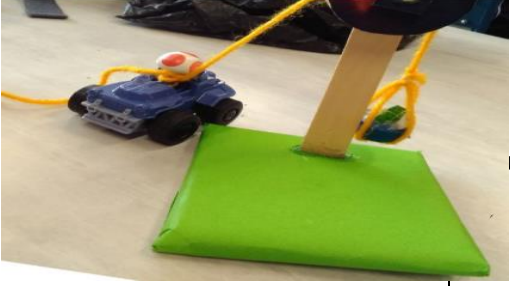



**4. Cuarta situación propuesta: Objeto en plano inclinado**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1		<p>eleración, masa, fuerza : gravedad</p>	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

2		<p>Gravedad, peso, rozamiento, fuerza ejercida</p>	<p>Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios</p>
3		<p>Peso, fuerza normal, fuerza de rozamiento</p>	<p>Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios</p>
4		<p>Fuerza motriz, fuerza de gravedad</p>	<p>Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores</p>
5		<p>No se relacionan elementos explicativos</p>	<p>dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores</p>
6		<p>No se relacionan elementos explicativos</p>	<p>dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores</p>
7		<p>No se relacionan elementos explicativos</p>	<p>dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores</p>

<b>5. Montaje propuesto por grupos</b>		

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
1	<p>Fuerza de gravedad, fuerza interna y fuerza impresa</p> 	<p>Fuerza de gravedad, fuerza "interna" y fuerza impresa</p>	<p>Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultad en la comprensión de conceptos relacionados a principios más generales</p>
2	 <p>Fuerza de potencia</p> <p>Fuerza de gravedad</p>	<p>Fuerza de gravedad, fuerza de potencia</p>	<p>Dificultad en la comprensión de conceptos relacionados a principios más generales</p>
3		<p>no se relacionan elementos explicativos</p>	<p>dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores</p>

4		fuerza de gravedad	Dificultad en la concepción de fuerza como resultado de una interacción, dificultad en la comprensión de conceptos relacionados a principios más generales
5		fuerza ejercida, masa, fricción	Dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos y principios
6		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
7		No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

**6.Describa lo que sucede en su sistema y explique claramente por qué sucede**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Dificultades previsibles
-------	-----------	--------------------	--------------------------

1	Básicamente es una grúa con dos poleas que ayudan a disminuir el peso de cada objeto para así poder levantar lo con distintas fuerzas. En nuestro caso presentamos las llaves en la grúa donde representamos las fuerza interna, fuerza de gravedad y la fuerza impresa.	Peso, fuerza interna, fuerza de gravedad y fuerza impresa	Dificultades en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2	No hay respuesta	No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
3	No hay respuesta	No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
4	El objeto de la izquierda al tener más peso (35 gr) jala al objeto de menos peso(7 gr) hacia arriba, ya que la gravedad apunta hacia abajo	Peso, medidas de masa(gr), gravedad	Dificultades en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
5	No hay respuesta	No se relacionan elementos explicativos	dificultades para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

6	En el sistema sucede que al colocarle los cuerpos en la polea, el cuerpo de mayor peso cae hacia la izquierda, y el cuerpo contrario se desliza hacia la izquierda por el peso del anterior cuerpo.	Peso, deslizamiento	Dificultades en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
7	Ahí la situación que hay es que se pone la plastilina y la cinta a un lado y podemos ver que la plastilina tiene más peso ya que tiene más volumen	Peso, volumen	Dificultades en la argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

### Anexo 1.3. Resultados sesión 9

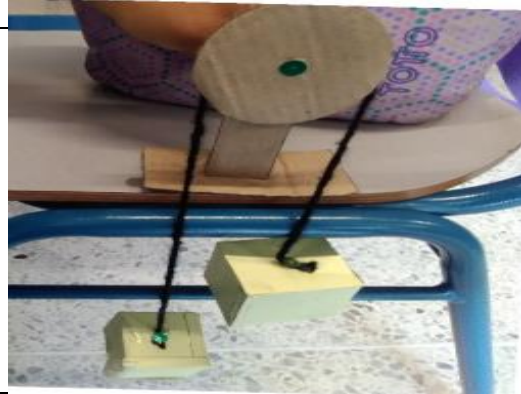
#### 1. Primer montaje propuesto por grupo

Grupo	Respuesta
1	

2



3





4

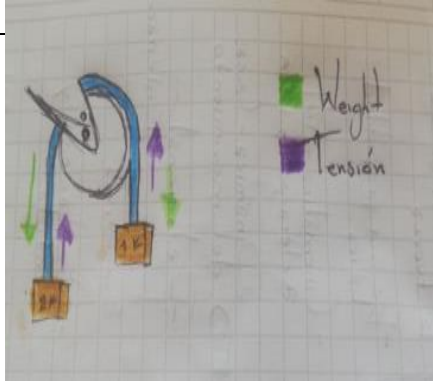



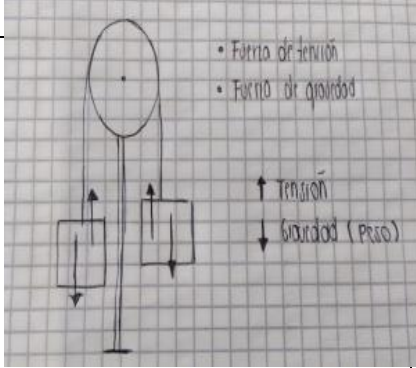
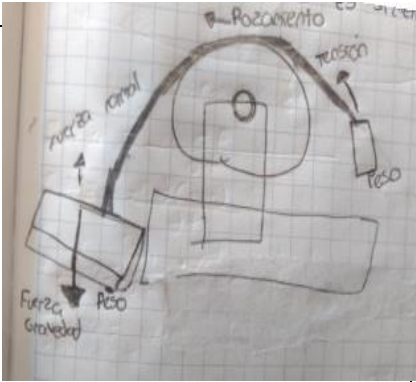

5

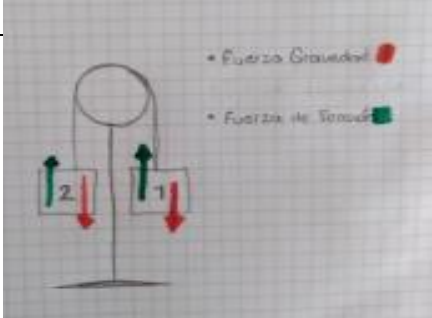
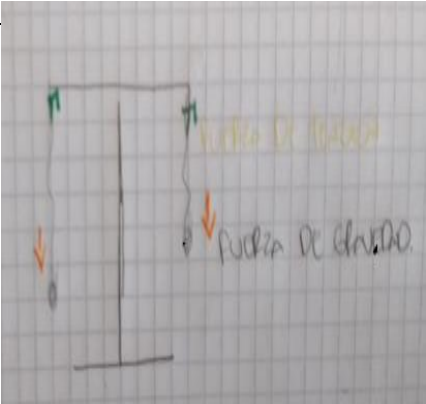


6	
7	

**2. Representen gráficamente las fuerzas que actúan en el sistema propuesto**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1		Peso, tensión	<p>Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retroalimentados en la sesión</p>

<p>2</p>		<p>Peso, tensión</p>	<p>Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retroalimentados en la sesión</p>
<p>3</p>		<p>Fuerza de gravedad, fuerza de tensión</p>	<p>Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retroalimentados en la sesión</p>
<p>4</p>		<p>Peso, tensión, rozamiento, fuerza normal</p>	<p>Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retroalimentados en la sesión</p>
<p>5</p>		<p>Gravedad, peso</p>	<p>Se evidencia permanencia en la dificultad de la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la dificultad en la comprensión de conceptos y principios</p>

6		Fuerza de gravedad, fuerza de tensión	Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retoalimentados en la sesión
7		Fuerza de gravedad, fuerza de tensión	Se evidencia una movilización de las ideas iniciales respecto a la concepción de fuerza como resultado de una interacción y la correlación con conceptos retoalimentados en la sesión



**3. Con base en su representación, describan lo que sucede en su sistema y expliquen por qué el sistema se comporta de la forma en la que se comporta**



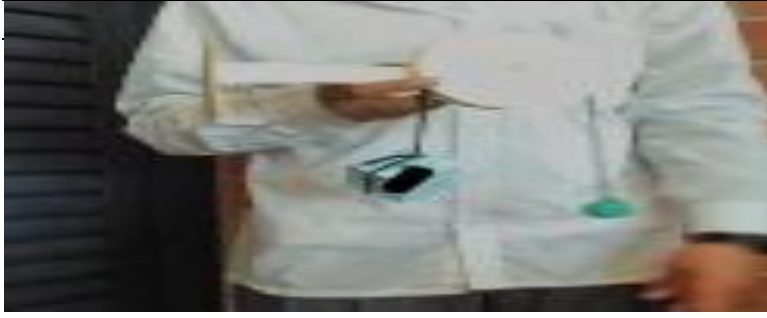

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1	Dos objetos están en una polea por medio de una cuerda la cual hace una tensión entre los objetos. Dependiendo el peso de cada uno habrá una mayor fuerza hacia abajo por lo cual uno va subir y el otro va a bajar.	Tensión, peso, fuerza, desplazamiento	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

2	Se encuentran dos cuerpos que ejercen sus pesos hacia abajo Y una cuerda les genera una tensión evitando que caigan	Peso, tensión	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
3	En la polea podemos ver q ella tiene dos elementos, objeto 1 y objeto 2 y cada uno de ellos tiene una fuerza de gravedad (peso) que sería hacia abajo ,y una fuerza de tensión q es hacia arriba (las cuerdas).	Peso, tensión	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
4	Se comporta así ya que el objeto más grande es más pesado por lo cual sube al objeto más pesado ya que la fuerza de gravedad atrae al objeto pesado hacia abajo y ocurre una fricción	Peso, fuerza de gravedad, fricción	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, se relacionan conceptos que no necesariamente aplican en el análisis
5	El comportamiento se debe a la forma en que las fuerzas se distribuyen y cambian de dirección gracias a la polea lo que facilita el levantamiento de los objetos	Fuerzas, desplazamiento	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	La polea está cargando dos cuerpos del mismo peso lo cual genera que estén a la misma altura y no tengan diferencia de fuerzas	Peso, fuerzas	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

7	El comportamiento del sistema es que hay una polea donde hay una figura. Más pesada que la otra por lo tanto hace la polea se incline más hacia un lado	peso, inclinación-desplazamiento	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

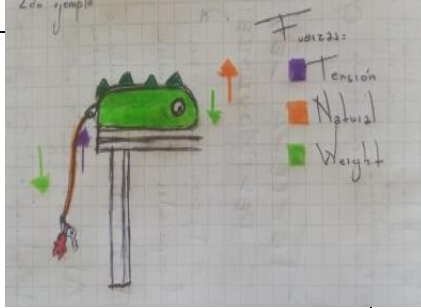

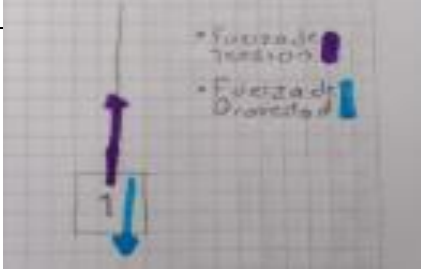
**4. Segundo montaje propuesto por grupo**

Grupo	Respuesta
1	
2	

3	
4	
5	
6	

**5. Representen gráficamente las fuerzas que actúan en el sistema propuesto**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
-------	-----------	--------------------	-------------------------------------------------------------

1		Tensión, Normal(se asume como Normal), Peso	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, se evidencia que no se logran identificar todas las fuerzas presentes en el sistema
4		Tensión, rozamiento, gravedad, normal	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, se evidencia que no se logran identificar todas las fuerzas presentes en el sistema
6		Tensión, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase

**6. Con base en su representación, describan lo que sucede en su sistema y expliquen por qué el sistema se comporta de la forma en la que se comporta**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1	Básicamente la cartuchera es el objeto con mayor peso y mayor resistencia lo cual hace que un objeto de menor peso como las llaves no se caigan, además de la tensión de la cuerda que los mantienen en un equilibrio.	Peso, resistencia, tensión, equilibrio	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase

4	Sucede que el tajalapiz es muy pesado el cual golpeo con la mesa la cual tiene una fuerza adicional que es la normal que mantiene el objeto en la mesa	Peso, normal	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	El cuerpo está suspendido en el aire por la fuerza de tensión que generan las cuerdas	Tensión, suspensión(se asume como equilibrio)	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase

#### Anexo 1.4. Resultados sesión 11

**1. ¿Qué papel cumple la fuerza en esta situación? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1	Todos los elementos solo con una mejor explicación. Básicamente actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2. Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4. Fuerza impresa.	Fuerza de gravedad, fuerza natural(Se asume como Normal), fuerza de inercia, fuerza impresa	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase. Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada.
2	La capacidad de mover otro cuerpo: la fuerza motriz, la de rozamiento, gravedad	Capacidad, fuerza motriz, rozamiento, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase. Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada

3	Sacar del límite al compañero y ganar Sigo de acuerdo con esta respuesta porque de eso trataba el juego	No se relacionan elementos explicativos	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
4	El papel que cumple la fuerza es impulsar el otro cuerpo con el que se está enfrentando. Ninguna porque las fuerzas que escribimos no coincidían con la situación	Impulso, fuerzas	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
5	La rivalidad y la competencia	No se relacionan elementos explicativos	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6	¿Cuales no? Hace que el cuerpo se desplace a diferente dirección, porque al generar fuerza el otro cuerpo solo iría a la dirección contraria, a ninguna otra dirección Dejamos Hace que el cuerpo de la otra persona se desplace, disminuya la velocidad	Desplazamiento, velocidad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

**2. ¿Qué está ocurriendo cuando x empuja a y?, ¿Por qué ocurre eso? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1	Realmente la respuesta que dimos es una buena explicación de lo ocurrido, ya que, se está ejerciendo una fuerza constante sobre un cuerpo y el cuerpo que tenga menos fuerza cede.	Fuerza	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos

2	Se desplaza el cuerpo empujado , porque se le ejerce una fuerza motriz y de resistencia	Desplazamiento, fuerza motriz.	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada, sin embargo se sigue superponiendo la interpretación desde las creencias cotidianas sobre el modelo físico
4	Ocurre una fuerza impresa ya que x empuja a y para cambiar su Estado de reposo. Tomamos la fuerza de x hacia y, ya que coincidía con la fuerza impresa	Fuerza impresa, empuje, estado, reposo	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
5	Porque x tiene más fuerza que y y genera más presión	Fuerza, presión	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6	Dejamos las mismas respuestas	Fuerzas, sentido	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos

**3. ¿Cambiaría algo si x fuera más grande que y? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Elem. Explicativos</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad</b>
1	No cambiaríamos nada por que es una explicación clara y concisa.	Peso, volumen, empuje, fuerza	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos

2	X sería más difícil de mover por su aumentó de masa y también porque su fuerza podría variar	Masa, movimiento, fuerza	No se evidencia la concepción de fuerza como resultado de una interacción
4	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grande. Tomamos la misma respuesta	Fuerza, volumen	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos
5	Depende de la fuerza de el oponente	Fuerza	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	Si, ya que puede variar su peso y fuerza		Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

**4. ¿Cómo creen que se distribuye la fuerza? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Elem. Explicativos</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad</b>
1	Cambiaríamos la explicación por que no es tan clara y es confusa. El tren inferior del cuerpo se encarga de la resistencia y el equilibrio, mientras el tren superior se encarga de distribuir y ejercer la fuerza sobre el cuerpo contrario.	Resistencia, equilibrio, fuerza ejercida	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

2	Se distribuye la Fuerza de rozamiento por el piso, la motriz por el movimiento de los cuerpos y la gravedad	Fuerza, rozamiento, fuerza motriz, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
4	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza. Tomamos la misma respuesta .		Se sigue superponiendo la interpretación desde las creencias cotidianas sobre el modelo físico
5	Por medio de muchas partes del cuerpo , como músculos	No se relacionan elementos explicativos	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	Las fuerzas que ellos ejercen entre si son iguales el magnitud y opuestas en dirección	Fuerza, magnitud, dirección	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

**5. ¿Está involucrada más de una fuerza? ¿Cuáles? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Elem. Explicativos</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad</b>
1	Como anteriormente dijimos actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2. Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4. Fuerza impresa.	Fuerza de gravedad, fuerza natural (Se asume como Normal), fuerza de inercia, fuerza impresa	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada
2	Si, la motriz, de rozamiento, gravedad	Fuerza motriz, rozamiento, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

4	Este involucra fuerza dinámica , fuerza impresa , fuerza de gravedad. Tomamos la fuerza dinámica, ya que las demás no coincidían.	Fuerza dinámica(referente a que da cuenta del movimiento), fuerza impresa, gravedad.	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada
5	Resistencia Absoluta Máxima	No se relacionan elementos explicativos	
6	Mecánica-motriz-y normal	Fuerza motriz y normal	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

**6. ¿Qué efecto tienen las diferentes superficies sobre el desplazamiento de los cuerpos?  
Argumenten**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Elem. Explicativos</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad</b>
1	Se podría suponer que entre más rugoso el suelo tiene más resistencia el cuerpo que más cede lo cual puede dificultar más el empujar, mientras que si el suelo es liso no existe tal resistencia o es menor.	Resistencia(Se asume como fricción), empuje	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2	Tiene un efecto de que el rozamiento es diferente en la superficie del salón es más liso y el de la terraza es más áspero	Rozamiento	Se evidencia un manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, no se argumenta al rededor del efecto en el desplazamiento de los cuerpos
4	Tienen el efecto de que si la superficie es más rugosa va a tener más resistencia cuando lo empujen porque va a tener más agarre a la superficie que si fuera una superficie lisa	Resistencia(Se asume como fricción)	Se evidencia un manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, no se argumenta al rededor del efecto en el desplazamiento de los cuerpos

5	La fricción al empujar en un suelo suave es más fácil , por el suelo	Fricción	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	Si cambia el desplazamiento por qué cambia el agarre, ejemplo en un piso liso se podría deslizar, en un piso con piedras mejoraría el agarre lo cual sería casi imposible resbalarse	Agarre(Se asume como fricción), desplazamiento	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

**7. ¿Cómo representarían la(s) fuerza(s) involucradas? Realicen un dibujo ilustrativo.**

Grupo	Respuesta	Elem. Explicativos	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
1		Peso, fuerza Normal, fuerza impresa en ambos cuerpos, direcciones opuestas, fricción	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2		Peso, fuerza Normal, fuerza impresa en ambos cuerpos, direcciones opuestas	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada

4		<p>Fuerza impresa en ambos cuerpos, direcciones opuestas, gravedad</p>	<p>Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.</p>
---	--	------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Anexo 2. Compilación de resultados – análisis

### Anexo 2.1. Análisis sesiones 1 & 11

**1. ¿Qué papel cumple la fuerza en esta situación? Situación 1 - Actividad de exploración**

Grupo	Respuesta S1	Respuesta S11	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades
1	Tanto resistencia para no salir de la zona o caerse y como impulso para empujar a la otra persona	Todos los elementos solo con una mejor explicación. Básicamente actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2. Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4. Fuerza impresa.	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase. Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada.
2	La capacidad de mover a otro cuerpo	La capacidad de mover otro cuerpo: la fuerza motriz, la de rozamiento, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase. Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada
3	Sacar al compañero de el límite y ganar	Sacar del límite al compañero y ganar Sigo de acuerdo con esta respuesta porque de eso trataba el juego	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

4		El papel que cumple la fuerza es impulsar el otro cuerpo con el que se está enfrentando. Ninguna porque las fuerzas que escribimos no coincidían con la situación	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
5	La rivalidad y la competencia	La rivalidad y la competencia	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6	Hace que el cuerpo de la otra persona se desplace, disminuya la velocidad y en algunas ocasiones que cambie de dirección.	¿Cuales no? Hace que el cuerpo se desplace a diferente dirección, porque al generar fuerza el otro cuerpo solo iría a la dirección contraria, a ninguna otra dirección. Dejamos que el cuerpo de la otra persona se desplace, disminuya la velocidad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
7	La fuerza que implica en estas situaciones es la mayor presión que ejerza	No hay respuesta	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores

**2. ¿Qué está ocurriendo cuando x empuja a y?, ¿Por qué ocurre eso?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta S1</b>	<b>Respuesta S11</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades</b>
1	los cuerpos se mueven respectivamente al lugar donde haya más fuerza, como al empujar a la persona se ejerce cierta fuerza hacia adelante y pierde la persona que tenga menos fuerza	Realmente la respuesta que dimos es una buena explicación de lo ocurrido, ya que, se está ejerciendo una fuerza constante sobre un cuerpo y el cuerpo que tenga menos fuerza cede.	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos

2	Se desplaza el cuerpo empujado	Se desplaza el cuerpo empujado , porque se le ejerce una fuerza motriz y de resistencia	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada, sin embargo se sigue superponiendo la interpretación desde las creencias cotidianas sobre el modelo físico
3	sí genera una fuerza en el que se desplaza un cuerpo	No hay respuesta	
4	Se ejerce fuerza pero en diferentes sentidos contrarios	Ocurre una fuerza impresa ya que x empuja a y para cambiar su Estado de reposo. Tomamos la fuerza de x hacia y, ya que coincidía con la fuerza impresa	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
5	Porque y tiene mas fuerza que x, genera más presión	Porque x tiene más fuerza que y y genera más presión	Persiste la dificultad para correlacionar la situación propuesta con los conceptos trabajados en sesiones anteriores
6	Generando fuerzas opuestas, cuando siempre uno tiene más fuerza que el otro.	Dejamos las mismas respuestas	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos
7	Lo q pasa q al unirse x a y transmite un movimiento dominante donde el otro ejerce más precisión haciendo q el otro no pueda ejercer la misma presión	No hay respuesta	

**3. ¿Cambiaría algo si x fuera más grande que y?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta S1</b>	<b>Respuesta S11</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades</b>
1	Claro que si por lo que es un cuerpo más pesado y grande lo cual dificulta al cuerpo Y empujar al cuerpo X así como este puede ejercer mas fuerza	No cambiaríamos nada por que es una explicación clara y concisa.	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos
2	X se haría más difícil de mover siempre y cuando su masa también aumente	X sería más difícil de mover por su aumentó de masa y también porque su fuerza podría variar	No se evidencia la concepción de fuerza como resultado de una interacción
3	No, porque no depende de la masa, si no de la fuerza	No hay respuesta	
4	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grand	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grande. Tomamos la misma respuesta	Se mantiene la postura inicial al considerarse aún válida. Sin embargo, no se da cuenta de (o no se expresa) la relación simétrica de la fuerza que actúa en los cuerpos
5	No, depende de la fuerza que ejerza uno, no importa la estatura	Depende de la fuerza de el oponente	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	No, ya que requiere más de resistencia.	Si, ya que puede variar su peso y fuerza	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

7	Si por q puede ver más fuerza de x q de y	No hay respuesta	
---	-------------------------------------------	------------------	--

**4. ¿Cómo creen que se distribuye la fuerza?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta S1</b>	<b>Respuesta S11</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades</b>
1	La parte que hace mayor fuerza de resistencia son las piernas y la espalda, la otra parte que distribuye fuerza son los brazos para empujar al otro participante	Cambiaríamos la explicación por que no es tan clara y es confusa. El tren inferior del cuerpo se encarga de la resistencia y el equilibrio, mientras el tren superior se encarga de distribuir y ejercer la fuerza sobre el cuerpo contrario.	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2	Los dos cuerpos ejercen fuerza, externamente dos fuerzas la fricción y gravedad la fricción el piso y la gravedad los cuerpos	Se distribuye la Fuerza de rozamiento por el piso, la motriz por el movimiento de los cuerpos y la gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
3	En los brazos para hacer fuerza, las piernas para tener resistencia y el tronco para tener estabilidad	No hay respuesta	
4	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza. Tomamos la misma respuesta .	Se sigue superponiendo la interpretación desde las creencias cotidianas sobre el modelo físico

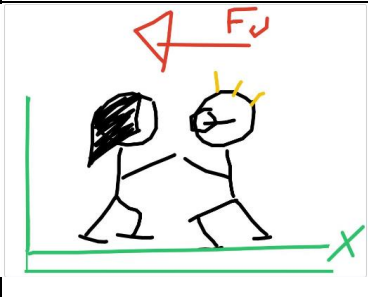

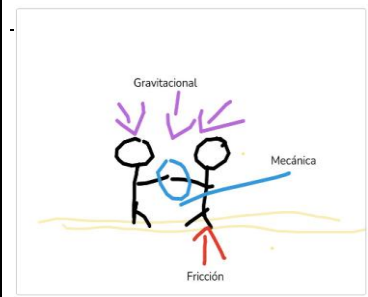
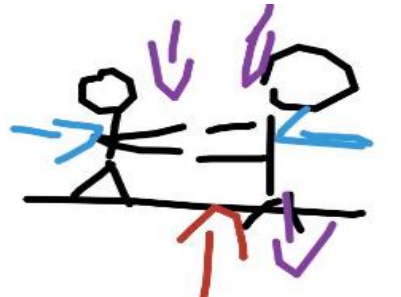
5	Por medio de los músculos, las piernas, los brazos	Por medio de muchas partes del cuerpo , como músculos	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retoalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	El los brazos y en las piernas	Las fuerzas que ellos ejercen entre si son iguales el magnitud y opuestas en dirección	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
7	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo en general	No hay respuesta	

**5. ¿Está involucrada más de una fuerza? ¿Cuáles?**

<b>Grupo</b>	<b>Respuesta S1</b>	<b>Respuesta S11</b>	<b>Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades</b>
1	Si, la fuerza de gravedad, fuerza mecánica y muchas más solo no sabemos cuáles.	Como anteriormente dijimos actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2. Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4. Fuerza impresa.	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada
2	Si, mecánica, rozamiento, y gravitacional	Si, la motriz, de rozamiento, gravedad	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
3	Fuerza muscular y nerviosa	No hay respuesta	

4	Fuerza dinámica fuerza de resistencia fuerza máxima ya que varias son las que se unen para el evento	Este involucra fuerza dinámica , fuerza impresa , fuerza de gravedad. Tomamos la fuerza dinámica, ya que las demás no coincidían.	Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada
5	esta la resistencia y fuerza absoluta y maxima	Resistencia Absoluta Máxima	
6	Si, fuerza resistencia, fuerza máxima	Mecánica-motriz-y normal	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
7	Involucrada la fuerza estática la fuerza dinámica la fuerza máxima exclusiva y fuerza de resistencia	No hay respuesta	

**6. ¿Cómo representarían la(s) fuerza(s) involucradas? Realicen un dibujo ilustrativo**



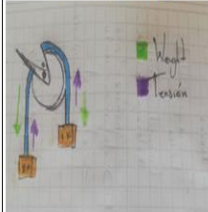




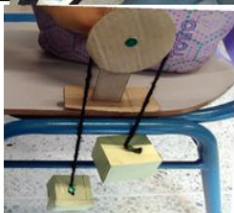
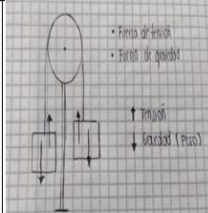
Grupo	Respuesta S1	Respuesta S11	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades
1			Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2			Se incorporan nuevas ideas que sustentan la explicación anteriormente dada

3			
4			<p>Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.</p>
6			
7			

**7. ¿Qué efecto tienen las diferentes superficies sobre el desplazamiento de los cuerpos?  
Argumenten**

Grupo	Respuesta S11	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultades
-------	---------------	---------------------------------------------------------------

1	Se podría suponer que entre más rugoso el suelo tiene más resistencia el cuerpo que más cede lo cual puede dificultar más el empujar, mientras que si el suelo es liso no existe tal resistencia o es menor.	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
2	Tiene un efecto de que el rozamiento es diferente en la superficie del salón es más liso y el de la terraza es más áspero	Se evidencia un manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, no se argumenta al rededor del efecto en el desplazamiento de los cuerpos
4	Tienen el efecto de que si la superficie es más rugosa va a tener más resistencia cuando lo empujen porque va a tener más agarre a la superficie que si fuera una superficie lisa	Se evidencia un manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, no se argumenta al rededor del efecto en el desplazamiento de los cuerpos
5	La fricción al empujar en un suelo suave es más fácil , por el suelo	No se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retroalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
6	Si cambia el desplazamiento por qué cambia el agarre, ejemplo en un piso liso se podría deslizar, en un piso con piedras mejoraría el agarre lo cual sería casi imposible resbalarse	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.

Montaje propuesto	Descripción y explicación	Montaje propuesto	Representación de Fuerzas	Descripción y explicación	Permanencia o avance en proceso de superación de dificultad
 <p>Fuerza de gravedad, fuerza interna y fuerza impresa</p>	Básicamente es una grúa con dos poleas que ayudan a disminuir el peso de cada objeto para así poder levantar lo con distintas fuerzas. En nuestro caso presentamos las llaves en la grúa donde representamos las fuerza interna, fuerza de gravedad y la fuerza impresa.			Dos objetos están en una polea por medio de una cuerda la cual hace una tensión entre los objetos. Dependiendo el peso de cada uno habrá una mayor fuerza hacia abajo por lo cual uno va subir y el otro va a bajar.	Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.
 <p>Fuerza de potencia Fuerza de gravedad</p>	No hay respuesta			Se encuentran dos cuerpos que ejercen sus pesos hacia abajo Yuna cuerda les genera una tension evitando que caigan	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retroalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría
	No hay respuesta			En la polea podemos ver q ella tiene dos elementos,objeto 1 y objeto 2 y cada uno de ellos tiene una fuerza de gravedad (peso) que sería hacia abajo ,y una fuerza de tensión q es hacia arriba (las cuerdas).	Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retroalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría



	<p>El objeto de la izquierda al tener más peso (35 gr) jala al objeto de menos peso(7 gr) hacia arriba, ya que la gravedad apunta hacia abajo</p>			<p>Se comporta así ya que el objeto más grande es más pesado por lo cual sube al objeto más pesado ya que la fuerza de gravedad atrae al objeto pesado hacia abajo y ocurre una fricción</p>	<p>Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase, sin embargo, se relacionan conceptos que no necesariamente aplican en el análisis</p>
	<p>No hay respuesta</p>			<p>El comportamiento se debe a la forma en que las fuerzas se distribuyen y cambian de dirección gracias a la polea lo que facilita el levantamiento de los objetos</p>	<p>Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retroalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría</p>
	<p>En el sistema sucede que al colocarle los cuerpos en la polea, el cuerpo de mayor peso cae hacia la izquierda, y el cuerpo contrario se desliza hacia la izquierda por el peso del anterior cuerpo.</p>			<p>La polea está cargando dos cuerpos del mismo peso lo cual genera que estén a la misma altura y no tengan diferencia de fuerzas</p>	<p>Se evidencia un cambio en la lógica de argumentación y en el manejo de la teoría vista en clase.</p>
	<p>Ahí la situación que hay es que se pone la plastilina y la cinta a un lado y podemos ver que la plastilina tiene más peso ya que tiene más volumen</p>			<p>El comportamiento del sistema es que hay una polea donde hay una figura. Más pesada que la otra por lo tanto hace que la polea se incline más hacia un lado</p>	<p>Si bien se evidencia un cambio en el análisis para la correlación de la situación con conceptos retroalimentados en la sesión, persiste, de cierto modo, la dificultad en el proceso de argumentación y manejo de la teoría</p>


### Anexo 3. Informe por sesiones. Generado por plataforma Nearpod

 **Collaborate Board** ¿Cómo definirían la fuerza?

Class board

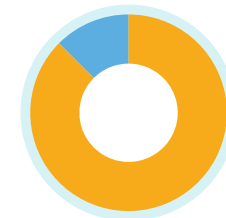
 **Collaborate Board** ¿Cómo se usa el término "fuerza"?

Class board

 **Open Ended Question** ¿Consideran que existe una diferencia en el significado que se le da a la palabra “Fuerza” en la vida cotidiana y el que podría tener cuando explicamos fenómenos físicos? ¿Por qué?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	Creo q no hay diferencia por q es algo de la vida cotidiana es algo q tiene una explicación científica y se basa en un fenómeno físico
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	Si, porque en la vida cotidiana hablamos de fuerza como un movimiento ausente sin explicación física y en el fenómeno físico se puede dar explicación de esta por números y racionalidad
01/29/2024	Grupo 2	Equipo alfabuenadinamitaescuadronlobo	No , porque el concepto de fuerza que usamos de manera cotidiana está relacionada de manera directa con el concepto de la fuerza como fenómeno físico. Este concepto estipula que la fuerza es la capacidad de infl
01/29/2024	Grupo 3	Estrellas	No, porque la fuerza en la física se basa sobre la fuerza de un movimiento sobre el cuerpo que se desplaza,mientras que en la vida cotidiana la fuerza es más sobre hacer algun movimiento
01/29/2024	Grupo 4	Vencosxxxx	
01/29/2024	Grupo 5	Real g	Si es una diferencia por qué en la vida cotidiana se utiliza para mover cosas etc, mientras en lo físico se refiere a una velocidad o forma de un objeto
01/29/2024	Grupo4	grupo Venezuela luxx	Si, porque la fuerza puede variar según donde estemos
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	No, ya que al levantar peso estás haciendo la misma fuerza como un

Poll Stats



No Answer



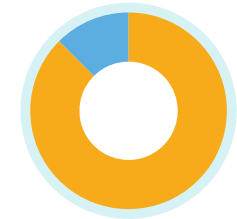
Free Text

fenómeno fisico

**Open Ended Question** ¿Qué papel cumple la fuerza en esta situación?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	La fuerza q implica en estas situaciones es la mayor presión ejerza
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	<b>Tanto resistencia para no salir de la zona o caerse y como impulso para empujar a la otra persona</b>
01/29/2024	Grupo 2	<b>Equipo alfabuenadinamitaescuadronlobo</b>	<b>La capacidad de mover a otro cuerpo</b>
01/29/2024	Grupo 3	<b>Estrellas</b>	Sacar al compañero de el límite y ganar
01/29/2024	Grupo 4	<b>Venecosxxxx</b>	
01/29/2024	Grupo 5	<b>Real g</b>	<b>La rivalidad y la competencia</b>
01/29/2024	Grupo4	<b>grupo Venezuela luxx</b>	La mentalidad de tiburón fuerza física y mental y ser positivo 777???
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	Hace que el cuerpo de la otra persona se desplacé,disminuya la velocidad y en algunas ocasiones que cambie de dirección.

**Poll Stats**



**No Answer**

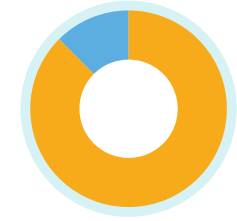


**Free Text**

 **Open Ended Question** ¿Qué está ocurriendo cuando x empuja a y?, ¿Por qué ocurre eso?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	Lo q pasa q al unirse x a y transmite un movimiento dominante donde el otro ejerce más precisión haciendo q el otro no pueda ejercer la misma presión
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	Pues los cuerpos se mueven respectivamente al lugar donde haya más fuerza , como al empujar a la persona se ejerce cierta fuerza hacia adelante y pierde la persona que tenga menos fuerza
01/29/2024	Grupo 2	Equipo	<b>Se desplaza el cuerpo empujado m</b>
01/29/2024	Grupo 3	alfabugadinamitaescuadronlobo	Así genera una fuerza en el que se desplaza un cuerpo
01/29/2024	Grupo 4	Venecosxxxx	
01/29/2024	Grupo 5	Real g	Por que y tiene mas fuerza que x, genera más presión
01/29/2024	Grupo4	grupo Venezuela luxx	<b>Se ejerce fuerza pero en diferentes sentidos contrarios</b>
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	Generando fuerzas opuestas,cuando siempre uno tiene más fuerza que el otro.

**Poll Stats**



**No Answer**

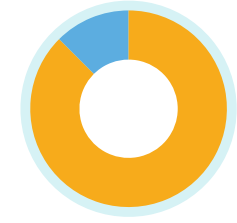


**Free Text**

 **Open Ended Question** ¿Cambiaría algo si x fuera más grande que y?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	Si por q puede ver más fuerza de x q de y
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	Claro que si por lo que es un cuerpo más pesado y grande lo cual dificulta al cuerpo Y empujar al cuerpo X así como este puede ejercer mas fuerza
01/29/2024	Grupo 2	Equipo alfabuenadinamitaescuadronlobo	X se haría más difícil de mover siempre y cuando su masa también aumente
01/29/2024	Grupo 3	Estrellas	No,porque no depende de la masa,si no de la fuerza
01/29/2024	Grupo 4	Venecosxxxx	
01/29/2024	Grupo 5	Real g	No, depende de la fuerza que ejerza uno, no importa la estatura
01/29/2024	Grupo4	grupo Venezuela luxx	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grande
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	No, ya que requiere más de resistencia.

**Poll Stats**



No Answer

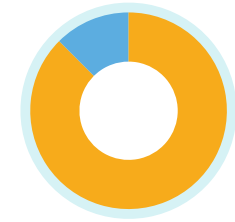


Free Text

**Open Ended Question** ¿Cómo creen que se distribuye la fuerza?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo en general
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	La parte que hace mayor fuerza de resistencia son las piernas y la espalda, la otra parte que distribuye fuerza son los brazos para empujar al otro participante.
01/29/2024	Grupo 2	Equipo alfabuenadinamitaescuadronlobo	Los dos cuerpos ejercen fuerza, externamente dos fuerzas la fricción y gravedad la fricción el piso y la gravedad los cuerpos
01/29/2024	Grupo 3	Estrellas	En los brazos para hacer fuerza, las piernas para tener resistencia y el tronco para tener estabilidad
01/29/2024	Grupo 4	Venecosxxxx	
01/29/2024	Grupo 5	Real g	Por medio de los músculos, las piernas, los brazos, la mente !!!
01/29/2024	Grupo4	grupo Venezuela luxx	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	El los brazos y en las piernas

**Poll Stats**



No Answer

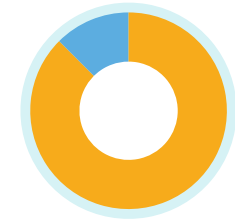


Free Text

**Open Ended Question** ¿Está involucrada más de una fuerza? ¿Cuáles?

Date	Nickname	Other	Response
01/29/2024	Alisson	Grupo 7	Involucrada la fuerza estática la fuerza dinámica la fuerza máxima exclusiva y fuerza de resistencia
01/29/2024	Grupo 1	Agentes Patógenos	Si, la fuerza de gravedad, fuerza mecánica y muchas más solo no sabemos cuáles.
01/29/2024	Grupo 2	Equipo	Si, mecánica, rozamiento, y gravitacional
01/29/2024	Grupo 3	Estreñas	<b>Fuerza muscular y nerviosa</b>
01/29/2024	Grupo 4	Venecosxxx	
01/29/2024	Grupo 5	Real g	<b>esta la resistencia y fuerza absoluta y maxima</b>
01/29/2024	Grupo4	grupo Venezuela luxx	Fuerza dinámica fuerza de resistencia fuerza máxima ya que varias son las que se unen para el evento
01/29/2024	Grupo6	Costeñol	Si, fuerza resistencia, fuerza máxima

**Poll Stats**




No Answer



Free Text

**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
01/29/2024	Grupo 5		Real g
01/29/2024	Grupo6		

Costeñol

01/29/2024 Grupo 4



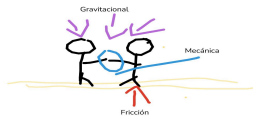
grupo Venezuela luxx

01/29/2024 Grupo 1



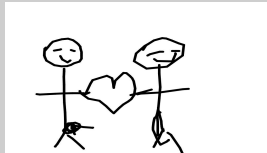
Agentes Patógenos

01/29/2024 Grupo 2



Equipo alfabuenadinamitaescuadronlobo

01/29/2024 Grupo 4



Venecosxxxx

01/29/2024 Alisson



Grupo 7

01/29/2024 Grupo 3

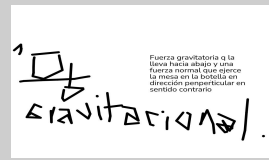



Estrellas

**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/19/2024	Grupo 2		Alias jjj
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------

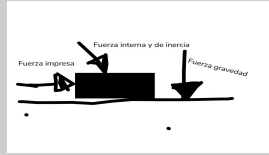
02/19/2024	Grupo 5		Las capulinas
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------

02/19/2024	Grupo 7		
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

02/19/2024	Grupo 1		Microbios
------------	---------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------

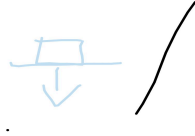
02/19/2024	Grupo 3		Estrellas
------------	---------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------

02/19/2024 Grupo 4



Tapitas fc

02/19/2024 Grupo6



Costeñol

 Draw It Draw It

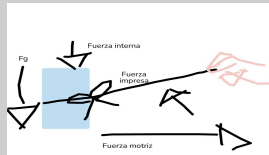
Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/19/2024 Grupo 4



Tapitas fc

02/19/2024 Grupo 1

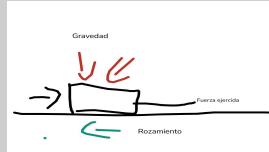


Microbios

02/19/2024 Grupo 7



02/19/2024 Grupo 2



Alias jjj

02/19/2024 Grupo 6



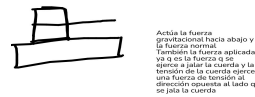
Costeñol

02/19/2024 Grupo 3



Estrellas


02/19/2024 Grupo 5





Las capulinas

**Draw It Draw It**


Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/19/2024	Grupo6		Costeñol
------------	--------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------

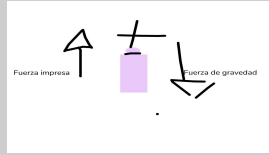
02/19/2024	Grupo 5		Las capulinas
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------

02/19/2024	Grupo 4		Tapitas fc
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------

02/19/2024	Grupo 7		
------------	---------	------------------------------------------------------------------------------------	--

02/19/2024	Grupo 2		Alias jjj
------------	---------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------

02/19/2024 Grupo 1



Microbios

02/19/2024 Grupo 3

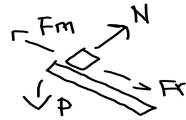


Estrellas

 Draw It Draw It

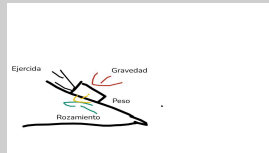
Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/19/2024 Grupo 3



Estrellas

02/19/2024 Grupo 2



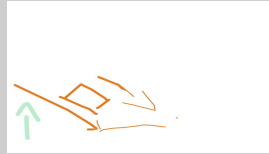
Alias jjj

02/19/2024 Grupo 1

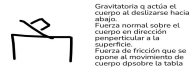


Microbios

02/19/2024 Grupo 7



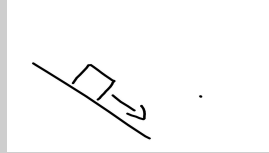
02/19/2024 Grupo 5



Gravitatoria se aplica al cuerpo al deslizarse hacia abajo.  
Fuerza normal sobre el cuerpo en dirección perpendicular a la superficie.  
Fuerza de fricción que se opone al movimiento de cuerpo deslizar la tabla.

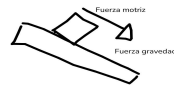
Las capulinas

02/19/2024 Grupo6



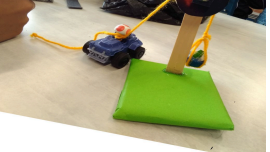
Costeñol

02/19/2024 Grupo 4



Tapitas fc

**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
02/19/2024	Grupo 3		Estrellas
02/19/2024	Grupo 5		Las capulinas
02/19/2024	Grupo 4		Tapitas fc
02/19/2024	Grupo 2		Alias jjj
02/19/2024	Grupo 7		

02/19/2024 Grupo 6



Costeñol

 Draw It Draw It

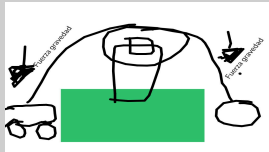
Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/19/2024 Grupo 5



Las capulinas

02/19/2024 Grupo 4



Tapitas fc

02/19/2024 Grupo 7



02/19/2024 Grupo 2



Alias jjj

02/19/2024 Grupo6

Costeñol

02/19/2024 Grupo 3



Estrellas

02/19/2024 Grupo 1



Microbios

 **Open Ended Question**

Describe lo que sucede en su sistema y explique claramente por qué sucede

Date	Nickname	Other	Response
02/19/2024	Grupo 1	Microbios	Básicamente es una grúa con dos poleas que ayudan a disminuir el peso de cada objeto para así poder levantar lo con distintas fuerzas. En nuestro caso presentamos las llaves en la grúa donde representamos las fuerza interna, fuerza de gravedad y la fuerza impresa.
02/19/2024	Grupo 2	Alias jjj	
02/19/2024	Grupo 3	Estrellas	
02/19/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
02/19/2024	Grupo 5	Las capulinas	
02/19/2024	Grupo 7		Ahí la situación que hay es que se pone La plastilina y la cinta a un lado y podemos ver que la plastilina tienen más peso ya que tiene más volumen
02/19/2024	Grupo6	Costeñol	<b>En el sistema sucede que al colocarle los cuerpos en la polea,el cuerpo de mayor peso cae hacia la izquierda,y el cuerpo contrario se desliza hacia la izquierda por el peso del anterior cuerpo.</b>

**Poll Stats**



**No Answer**



**Free Text**

**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/21/2024 Grupo6



02/21/2024 Grupo 1

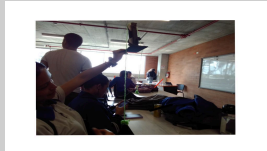


Agentes patógenos

02/21/2024 Grupo 7

/

02/21/2024 Grupo 7



02/21/2024 Grupo 5



Las capulinas

02/21/2024 Grupo2

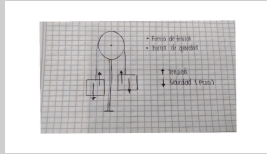


Costeñol

02/21/2024 grupo 1

Agentes patógenos

02/21/2024 Grupo 3



Estrellas


02/21/2024 Grupo4



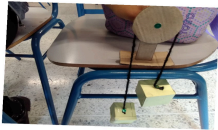
Tapitas fc

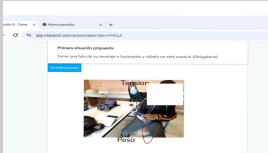
**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/21/2024	Grupo 5		Las capulinas
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------

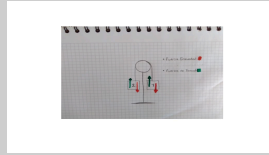
02/21/2024	Grupo 7		
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

02/21/2024	Grupo 3		Estrellas
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------

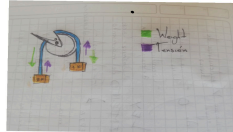
02/21/2024	Grupo2		Costeñol
------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------	----------

02/21/2024	Grupo4		Tapitas fc
------------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------

02/21/2024 Grupo6



02/21/2024 Grupo 1



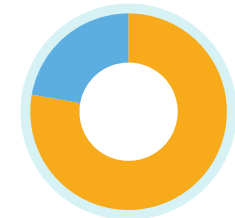
Agentes patógenos

 **Open Ended Question**

Con base en su representación, describan lo que sucede en su sistema y expliquen por qué el sistema se comporta de la forma en la que se comporta

Date	Nickname	Other	Response
02/21/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Dos objetos están en una polea por medio de una cuerda la cual hace una tensión entre los objetos. Dependiendo el peso de cada uno habrá una mayor fuerza hacia abajo por lo cual uno va subir y el otro va a bajar.
02/21/2024	grupo 1	Agentes patógenos	
02/21/2024	Grupo 3	Estrellas	En la polea podemos ver q ella tiene dos elementos,objeto 1 y objeto 2 y cada uno de ellos tiene una fuerza de gravedad (peso) que sería hacia abajo ,y una fuerza de tensión q es hacia arriba (las cuerdas).
02/21/2024	Grupo 5	Las capulinas	El comportamiento se debe a la forma en que las fuerzas me distribuyen y cambian de dirección gracias a la polea lo que facilita el levantamiento de los objetos

Poll Stats



No Answer



Free Text

02/21/2024  
Grupo 7

02/21/2024 Grupo 7

El comportamiento del sistema es que hay una polea donde hay una figura. Más pesada que la otra por lo tanto hace la polea se incline más hacia un lado

02/21/2024 Grupo2

Costeñol

**Se encuentran dos cuerpos que ejercen sus pesos hacia abajo Y una cuerda les genera una tensión evitando que caigan**

02/21/2024 Grupo4

Tapitas fc

Se comporta así ya que el objeto más grande es más pesado por lo cual sube al objeto más pesado ya que la fuerza de gravedad atrae al objeto pesado hacia abajo y ocurre una fricción

02/21/2024 Grupo6

La polea está cargando dos cuerpos del mismo peso lo cual genera que estén a la misma altura y no tengan diferencia de fuerzas

**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/21/2024 Grupo6



02/21/2024 Grupo 7



02/21/2024 Grupo 5



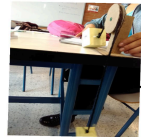
Las capulinas

02/21/2024 Grupo2



Costeñol

02/21/2024 Grupo 3



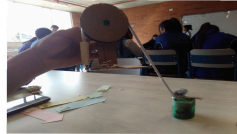
Estrellas

02/21/2024 Grupo 1



Agentes patógenos

02/21/2024 Grupo4

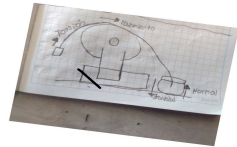


Tapitas fc

 Draw It

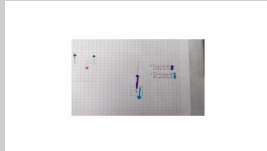
Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

02/21/2024 Grupo4



Tapitas fc

02/21/2024 Grupo6



02/21/2024 Grupo2



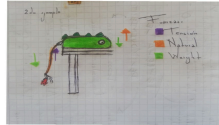
Costeñol

02/21/2024 Grupo 3



Estrellas

02/21/2024 Grupo 1



Agentes patógenos

02/21/2024 Grupo 5



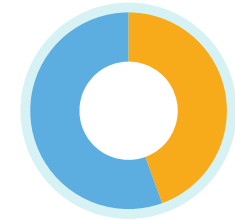
Las capulinas

 **Open Ended Question**

Con base en su representación, describan lo que sucede en su sistema y expliquen por qué el sistema se comporta de la forma en la que se comporta

Date	Nickname	Other	Response
02/21/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Básicamente la cartuchera es el objeto con mayor peso y mayor resistencia lo cual hace que un objeto de menor peso como las llaves no se caigan, además de la tensión de la cuerda que los mantienen en un equilibrio.
02/21/2024	grupo 1	Agentes patógenos	
02/21/2024	Grupo 3	Estrellas	
02/21/2024	Grupo 5	Las capulinas	El sistema con una polea dos objetos tirando hacia un lado está determinado por las fuerzas involucradas extensiones en la cuerda y la fricción en la polea lo que influirá en cómo se distribuye la carga entre los objetos
02/21/2024	Grupo 7		
02/21/2024	Grupo 7		
02/21/2024	Grupo2	Costeñol	
02/21/2024	Grupo4	Tapitas fc	<b>Sucede que el tajalapiz es muy pesado el cual golpeo con la mesa la cual tiene una fuerza adicional que es la normal que mantiene el objeto en la mesa</b>
02/21/2024	Grupo6		El cuerpo está suspendido en el aire por la fuerza de tensión que generan las cuerdas

**Poll Stats**



**No Answer**

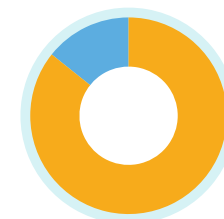


**Free Text**

 **Open Ended Question** ¿Qué papel cumple la fuerza en esta situación? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Todos los elementos solo con una mejor explicación. Básicamente actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2.Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4.Fuerza impresa.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	<b>La capacidad de mover otro cuerpo: la fuerza motriz, la de rozamiento, gravedad</b>
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	Sacar del límite al compañero y ganar Sigo de acuerdo con esta respuesta porque de eso trataba el juego
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	<b>La rivalidad y la competencia</b>
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	¿Cuales no? Hace que el cuerpo se desplace a diferente dirección, porque al generar fuerza el otro cuerpo solo iría a la dirección contraria, a ninguna otra dirección Dejamos Hace que el cuerpo de la otra persona se desplace, disminuya la velocidad
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo4	Tapas	El papel que cumple la fuerza es impulsar el otro cuerpo con el que se está enfrentando. Ninguna porque las fuerzas que escribimos no coincidían con la situación

**Poll Stats**



**No Answer**



**Free Text**

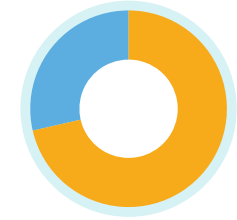
 **Open Ended Question**

¿Qué está ocurriendo cuando x empuja a y?, ¿Por qué ocurre eso? respuesta?¿Cuáles no?¿Por qué?

¿Qué elementos toman de su primera

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Realmente la respuesta que dimos es una buena explicación de lo ocurrido, ya que, se está ejerciendo una fuerza constante sobre un cuerpo y el cuerpo que tenga menos fuerza cede.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	Se desplaza el cuerpo empujado , porque se le ejerce una fuerza motriz y de resistencia
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	Porque x tiene más fuerza que y y genera más presión
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	Dejamos las mismas respuestas
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo4	Tapas	Ocurre una fuerza impresa ya que x empuja a y para cambiar su Estado de reposo. Tomamos la fuerza de x hacia y, ya que coincidía con la fuerza impresa

**Poll Stats**



**No Answer**



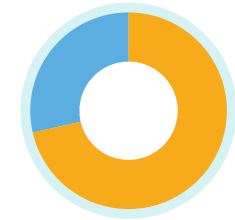
**Free Text**

 **Open Ended Question**

¿Cambiaría algo si x fuera más grande que y? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta?¿Cuáles no?¿Por qué?

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	No cambiaríamos nada por que es una explicación clara y concisa.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	X sería más difícil de mover por su aumentó de masa y también porque su fuerza podría variar
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	Depende de la fuerza de el oponente
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	Si,ya que puede variar su peso y fuerza
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo4	Tapas	Depende porque la fuerza no incrementa solo porque sea más grande. Tomamos la misma respuesta

**Poll Stats**



**No Answer**



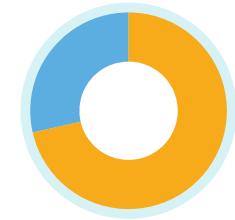
**Free Text**

 **Open Ended Question**

¿Cómo creen que se distribuye la fuerza? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Cambiaríamos la explicación por que no es tan clara y es confusa. El tren inferior del cuerpo se encarga de la resistencia y el equilibrio, mientras el tren superior se encarga de distribuir y ejercer la fuerza sobre el cuerpo contrario.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	<b>Se distribuye la Fuerza de rozamiento por el piso, la motriz por el movimiento de los cuerpos y la gravedad</b>
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	Por medio de muchas partes del cuerpo , como músculos
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	Las fuerzas que ellos ejercen entre si son iguales el magnitud y opuestas en dirección
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo4	Tapas	La fuerza se distribuye en todo el cuerpo pero hay algunas partes donde se concentra más la fuerza. Tomamos la misma respuesta .

**Poll Stats**



**No Answer**



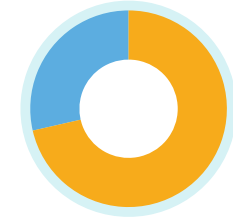
**Free Text**

 **Open Ended Question**

¿Está involucrada más de una fuerza? ¿Cuáles? ¿Qué elementos toman de su primera respuesta? ¿Cuáles no? ¿Por qué?

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Como anteriormente dijimos actúan cuatro fuerzas: 1. Fuerza de gravedad. 2.Fuerza interna o natural. 3. Fuerza de inercia. 4.Fuerza impresa.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	Si, la motriz, de rozamiento, gravedad
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	Resistencia Absoluta Máxima
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	Mecánica-motriz-y normal
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo 4	Tapas	Este involucra fuerza dinámica , fuerza impresa , fuerza de gravedad. Tomamos la fuerza dinámica, ya que las demás no coincidían.

**Poll Stats**



**No Answer**



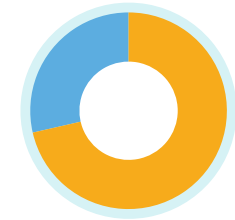
**Free Text**

 **Open Ended Question**

¿Qué efecto tienen las diferentes superficies sobre el desplazamiento de los cuerpos? Argumenten

Date	Nickname	Other	Response
03/06/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	No aplica en el contexto práctico. En el teórico se podría suponer que entre más rugoso el suelo tiene más resistencia el cuerpo que más cede lo cual puede dificultar más el empujar, mientras que si el suelo es liso no existe tal resistencia o es menor.
03/06/2024	Grupo 2	Real g	Tiene un efecto de que el rozamiento es diferente en la superficie del salón es más liso y el de la terraza es más áspero
03/06/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/06/2024	Grupo 5	Las capulinas	La fricción al empujar en un suelo suave es más fácil , por el suelo
03/06/2024	Grupo 6	Costeñol	Si cambia el desplazamiento por qué cambia el agarre, ejemplo en un piso liso se podría deslizar, en un piso con piedras mejoraría el agarre lo cual sería casi imposible resbalsarse
03/06/2024	Grupo 7		
03/06/2024	Grupo4	Tapas	Tienen el efecto de que si la superficie es más rugosa va a tener más resistencia cuando lo empujen porque va a tener más agarre a la superficie que si fuera una superficie lisa

**Poll Stats**



**No Answer**

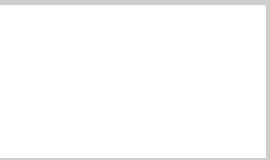


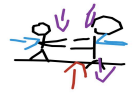
**Free Text**


**Draw It** Draw It

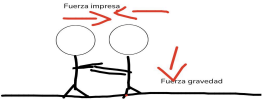
Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------

03/06/2024	Grupo 5	<p>El mismo dibujo solo que la fuerza que representa es la resistencia y la fricción y hay fuerza en los músculos como en las piernas y los brazos</p>	Las capulinas
------------	---------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

03/06/2024	Grupo 6		Costeñol
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------

03/06/2024	Grupo 2		Real g
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	--------

03/06/2024	Grupo 1		Agentes patógenos
------------	---------	------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

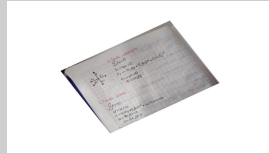
03/06/2024	Grupo4		Tapas
------------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------



03/18/2024 Grupo6

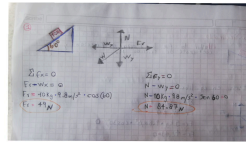
Cisteñol

03/18/2024 Grupo4



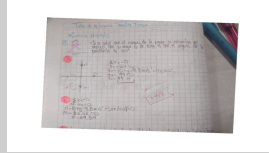
Tapitas fc

03/18/2024 Grupo 1



Agentes patógenos

03/18/2024 Grupo 5



Aleja lau y karen

03/18/2024 Grupo 5

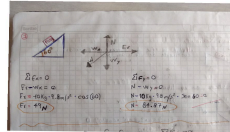
Las lindas

03/18/2024 Grupo 2



Alias jjj

03/18/2024 Grupo 1



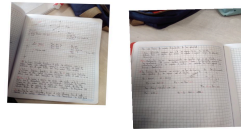
Agentes patógenos

03/18/2024 Grupo 5



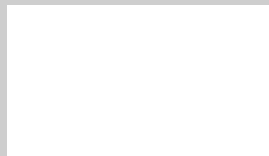
Los luxx

03/18/2024 Grupo 6



Costeñol

03/18/2024 Grupo 2 y 6

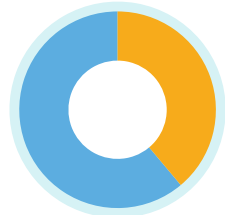


Combinados

03/18/2024 Grupo 1

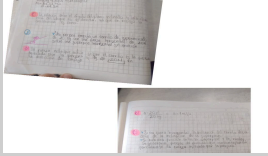



Agentes patógenos

 **Open Ended Question** Responder ítem c

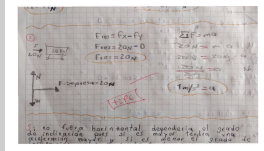
Date	Nickname	Other	Response	Poll Stats
03/18/2024	Danna moreno, Kevin colina	Luxx		
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Pues entre mayor inclinación habrá una mayor aceleración, hasta el maximo grado de inclinación donde se presentará la caída libre. Y si el grado de inclinación disminuye habrá una menor aceleración hasta el caso de no haber aceleración sin un cuerpo externo que la genere.	 <p><b>61%</b> No Answer</p> <p><b>39%</b> Free Text</p>
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Su relación se basa principalmente en el grado de inclinación, pues si este aumenta, el objeto ya no estará en reposo y tendrá una mayor aceleración por lo cual se desplazara. Y si tiene un grado de inclinación menor, el objeto seguira en equilibrio hasta que se perturbe.	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos		
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos		
03/18/2024	Grupo 2	Alias jjj	En tres mas abierto el ángulo más se acelera el objeto	
03/18/2024	Grupo 2 y 6	Combinados		
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas		
03/18/2024				

03/18/2024		Estrellas	
Grupo 3		Estrellas	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	Si se aumenta la inclinacion en el plano, el objeto va a aumentar su aceleración por lo tanto la fuerza normal y de rozamiento van a aumentar su valor igualmente
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 5	Aleja lau y karen	La relación entre el ángulo plano inclinado y la aceleración del bloque no es directa, ya que en reposo la aceleración es cero
03/18/2024	Grupo 5	Las lindas	
03/18/2024	Grupo 5	Los luxx	
03/18/2024	Grupo 6	Costeñol	<b>Idealmente esperar que este en reposo, si no es posible entonces, tener un objeto que reciba el impacto o esperar a que la velocidad disminuya.</b>
03/18/2024	Grupo4	Tapitas fc	Si fuera Horizontal y tuviera fricción pasaría que iría a gran velocidad y lo detendría la fricción
03/18/2024	Grupo6	Cisteñol	

 Draw It Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
03/18/2024	Grupo 4		Tapitas fc
03/18/2024	Grupo 5		Aleja lau y karen
03/18/2024	Grupo 1		Agentes patógenos
03/18/2024	Grupo 6		Costeñol
03/18/2024	Grupo 2		Alias jjj

03/18/2024 Grupo 1

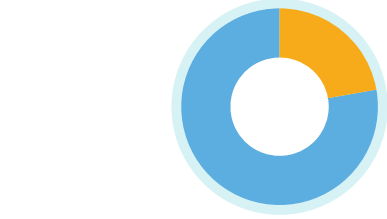


Agentes patógenos

03/18/2024 Grupo4

Tapitas fc

 **Open Ended Question** Responder ítem c

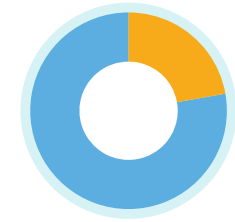
Date	Nickname	Other	Response	Poll Stats
03/18/2024	Danna moreno, Kevin colina	Luxx		
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Si no fuera horizontal dependerá el grado de inclinación pues si es mayor tendrá una aceleración mayor y si es menor el grado de inclinación pues el sujeto tendrá que hacer mayor fuerza impresa. Si hubiese fricción dependería del valor del coeficiente de fricción pues si este es alto habrá una mayor resistencia contra el suelo y si es menor será más fácil transportar el carrito de compras.	 <p>78% No Answer</p> <p>22% Free Text</p>
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos		
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos		
03/18/2024	Grupo 2	Alias jjj	El caerse vuelve más difícil de mover	
03/18/2024	Combinados			

03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 5	Aleja lau y karen	Si no fuera horizontal la aceleración del carrito dependerá de la inclinación de la superficie. Si hubiera fricción entre la superficie y las ruedas se generaría fuerzas de fricción que encontrar restarán parcialmente la fuerza aplicada por la persona
03/18/2024	Grupo 5	Las lindas	
03/18/2024	Grupo 5	Los luxx	
03/18/2024	Grupo 6	Costeñol	
03/18/2024	Grupo4	Tapitas fc	Si hubiera fricción el carro tendría una aceleración mayor y una fuerza mayor
03/18/2024	Grupo6	Cisteñol	

 **Open Ended Question** Responder tercer punto

Date	Nickname	Other	Response
03/18/2024	Danna moreno, Kevin colina	Luxx	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	A. En el ejemplo se ve principalmente la inercia puesto que el Transmilenio está en un movimiento constante lo cual aunque no sea notorio para el sujeto es algo crucial al salir del Transmilenio de un salto. Ya que seguirá en movimiento, siguiendo la trayectoria del vehículo después de salir de este. B. No fue la más adecuada porque el sujeto chocará con el suelo a la misma velocidad que iba el Transmilenio lo cual puede ser una causa de muerte dependiendo de la velocidad del vehículo. C. Pues idealmente esperar que esté en reposo el vehículo, sino es posible entonces, tener un objeto que reciba gran parte del impacto o esperar una leve disminución de la velocidad.
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 2	Alias jjj	A. Se lástima las piernas o quedaría rodando B. No es un abuela opción C. Que esperé
03/18/2024	Grupo 2 y 6	Combinados	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	

**Poll Stats**



**No Answer**



**Free Text**

03/18/2024

Grupo 4

Tapitas fc

03/18/2024 Grupo 5

Aleja lau y karen

A. Inercia, aceleración y fuerzas involucradas en un cambio de movimiento B. No es la más adecuada porque desafía la ley de inercia la persona está introduciendo fuerzas externas que interrumpen su estado de movimiento ya que la ley establece que un objeto debe permanecer en movimiento a menos que una fuerza externa actúe sobre el C. Esperar a que el vehículo se detenga en una parada segura y utilizar las puertas designadas para salir

03/18/2024 Grupo 5

Las lindas

03/18/2024 Grupo 5

Los luxx

03/18/2024 Grupo 6

Costeñol

03/18/2024 Grupo4

Tapitas fc

A.R/al sujeto va a correr inercia por lo cual él va no se va a mantener una velocidad levemente menor a la de transmilenio. B.R/porque la ley el no va a resistir al cambio debido a que mantiene su movimiento C.R/esperar a que esté completar las cosas o una velocidad muy mínima

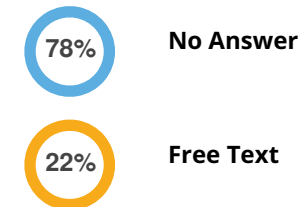
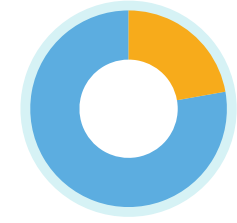
03/18/2024 Grupo6

Cisteñol

 **Open Ended Question** Responder cuarto punto

Date	Nickname	Other	Response
03/18/2024	Danna moreno, Kevin colina	Luxx	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	Realmente no es necesariamente así puesto que si el caballo supera la resistencia del carro para avanzar. Claro, la carretilla siempre intentará estar en reposo o en estabilidad y evitar ser movida lo cual genera una fuerza contraria .
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 2	Alias jjj	No se mueve porque hay mucha fricción
03/18/2024	Grupo 2 y 6	Combinados	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 5	Aleja lau y karen	"por cada acción, hay una reacción igual o opuesta". la aplicación de esta ley para el caballo y el carro el error en el razonamiento del caballo es en no considerar que la fuerza que ejerce sobre el carro y la superficie sobre la cual se desplaza
03/18/2024	Grupo 5	Las lindas	
03/18/2024	Grupo 5	Los luxx	
03/18/2024	Grupo 6	Costeñol	
03/18/2024	Grupo4	Tapitas fc	La ley de Newton está presente en particular por lo cual el caballo piensa que el y el carros en uno solo por lo cual el error es creer que estaba allí y el carro está en el mismo sistema

**Poll Stats**




**Draw It** Draw It Cisteñol

Date	Nickname	Draw It	Other
------	----------	---------	-------


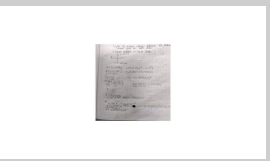
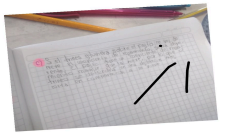
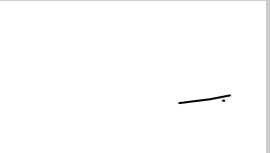
03/18/2024	Grupo 2		Alias jjj
------------	---------	--	-----------

03/18/2024	Grupo 5		Aleja lau y karen
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------

03/18/2024	Grupo 1		Agentes patógenos
------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------

03/18/2024	Grupo4		Tapitas fc
------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------	------------

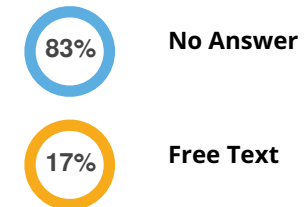
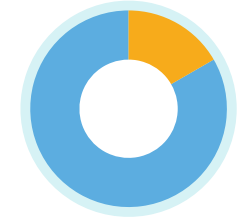
**Draw It** Draw It

Date	Nickname	Draw It	Other
03/18/2024	Grupo4		Tapitas fc
03/18/2024	Grupo 2		Alias jjj
03/18/2024	Grupo 5		Aleja lau y karen
03/18/2024	Grupo 1		Agentes patógenos

**Open Ended Question** Responder preguntas punto 3

Date	Nickname	Other	Response
03/18/2024	Danna moreno, Kevin colina	Luxx	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 1	Agentes patógenos	
03/18/2024	Grupo 2	Alias jjj	204.081m
03/18/2024	Grupo 2 y 6	Combinados	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 3	Estrellas	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 4	Tapitas fc	
03/18/2024	Grupo 5	Aleja lau y karen	A. Inercia, aceleración y fuerzas involucradas en un cambio de movimiento B. No es la más adecuada porque desafía la ley de inercia la persona está introduciendo fuerzas externas que interrumpen su estado de movimiento ya que la ley establece que un objeto debe permanecer en movimiento a menos que una fuerza externa actúe sobre el C. Esperar a que el vehículo se detenga en una parada segura y utilizar las puertas designadas para salir
03/18/2024	Grupo 5	Las lindas	
03/18/2024	Grupo 5	Los luxx	
03/18/2024	Grupo 6	Costeñol	
03/18/2024	Grupo4	Tapitas fc	El pasto al igual que la nieve tiene una fricción en el trineo por lo cual lo detendría igualmente
03/18/2024	Grupo6	Cisteñol	

Poll Stats



## Anexo 4

### Taller de aplicación. Temática: Fuerza

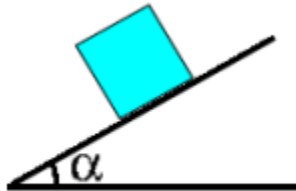
#### Grado 11-03

#### INDICACIONES

- Realizar el diagrama de cuerpo libre (DCL) preciso y completo para cada situación, incluyendo las fuerzas identificadas y sus direcciones.
- Realizar análisis de fuerzas involucradas para sistemas en equilibrio ( $\sum F = 0$ ) o sistemas acelerados ( $\sum F = ma$ ) y determinar la variable solicitada según sea el caso.
- Responder preguntas propuestas de manera clara y concisa.

#### Ejercicios propuestos

1. Si se sabe que el cuerpo de la figura se encuentra en reposo, que su masa es de 10kg y que el ángulo de la pendiente es  $60^\circ$ .
  - a. Determinar cuál es el valor de la fuerza de rozamiento, indicando su dirección y sentido.
  - b. Determinar el valor de la fuerza normal, indicando su dirección y sentido.
  - c. ¿Cómo se relaciona el ángulo del plano inclinado con la aceleración del bloque?

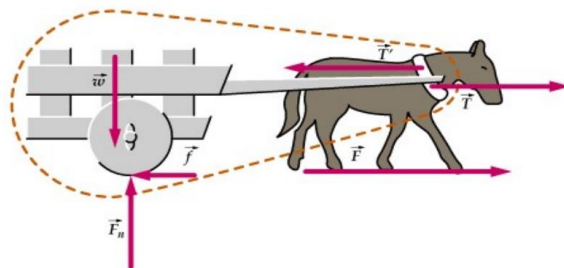


2. Una persona empuja un carrito de supermercado de 20 kg con una fuerza horizontal de 20 N sobre una superficie horizontal sin fricción.

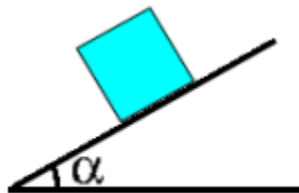


- a. ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre el carrito?

- b. Calcule la aceleración del carrito.
- c. ¿Qué pasaría si la superficie no fuera horizontal o si hubiera fricción?
3. Un pasajero está de pie en un Transmilenio que se mueve a una velocidad constante. De repente, decide abrir una de las puertas por sus propios medios y salta del vehículo aún en movimiento.
- a. ¿Qué efecto tiene esta acción sobre esta persona?
- b. ¿Por qué (según la primera ley de Newton) esta decisión no fue la más adecuada?
- c. ¿Qué le aconsejarían la próxima vez que quiera salir de un Transmilenio a las malas?
4. Un caballo no quiere tirar de su carro. Las razones que da el caballo son: “De acuerdo con la tercera ley de Newton, la fuerza que yo ejerzo sobre el carro será contrarrestada por una fuerza igual y opuesta que ejercerá dicho carro sobre mí, de manera que la fuerza neta será cero y no tendré posibilidad de acelerar el carro” ¿Cuál es el error de este razonamiento?



5. Sabiendo que la fuerza de rozamiento es de 250N, indicar si el bloque de 50kg se desplazará por el plano inclinado o si se mantendrá en reposo. El ángulo del plano inclinado es de  $30^\circ$ .



6. Por una pista horizontal cubierta de nieve, se desliza un trineo, de masa  $m = 105 \text{ kg}$ , con velocidad  $v = 36 \text{ km/h}$ . El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de  $\mu = 0.025$ .



- Determine el tiempo que tardará en pararse el trineo.
- Determine la distancia recorrida antes de pararse.
- ¿Qué pasaría si el trineo estuviera sobre pasto en vez de nieve?