



**IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS
MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DEL MOVIMIENTO DE LOS
CUERPOS**

JAIME JOSÉ ISAZA CEBALLOS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
BOGOTÁ
2020**

**IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS
MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DEL MOVIMIENTO DE LOS
CUERPOS**

Autor

JAIME JOSÉ ISAZA CEBALLOS

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

MG. YOANY ANDRÉS PATIÑO FRANCO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

BOGOTÁ

2020

DEDICATORIA

A María Claudia Castro López, Andrea Isaza Castro y Daniela Isaza Castro fuente de inspiración y razón de ser de todos los proyectos que he emprendido en mi vida.

Gracias por su apoyo incondicional sin el cual este proyecto no se hubiera hecho realidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Directivo de la Escuela Colombiana de Ingeniería ya que fue su apoyo el que permitió la realización de la maestría,

A la Ingeniera Myriam Astrid Angarita Gómez ex rectora de la Escuela quien me apoyó e inspiró para la realización de la maestría.

A la Ingeniera Claudia Jeanneth Ríos Reyes Vicerrectora Académica de la Escuela quien facilitó los espacios y el tiempo para la realización de este proyecto.

A los demás compañeros de la Escuela porque en ellos encontré apoyo, palabras de aliento y sabios consejos.

A los estudiantes del grupo de FIME-80 del período 2019-1 quienes con su colaboración y esfuerzo permitieron culminar este trabajo.

A todos los docentes de la Universidad Autónoma de Manizales que guiaron mi proceso de formación y brindaron su apoyo para sacar adelante el proyecto.

A la profesora Ana Milena López Rúa de quien obtuve un apoyo incondicional en los momentos de mayor dificultad que se atravesaron al desarrollar la maestría, su calidad humana, sus conocimientos y sus continuas orientaciones son sin duda un factor de éxito en este logro.

A Edwin, Raúl, Katty y Francia compañeros de trabajo en muchos de los procesos con quienes compartimos muchos momentos de trabajo e información que sirvieron de apoyo para este logro.

Por último, con el mayor agradecimiento posible al tutor del proyecto de grado Mg. Yoany Andrés Patiño Franco por su apoyo continuo, paciencia infinita y agente dador de ánimo para impulsar el desarrollo de este trabajo, siempre tendrá un lugar muy especial en mis recuerdos como una de las personas más importantes que he conocido.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general caracterizar los cambios en los niveles argumentativos y los modelos explicativos que sobre el concepto de movimiento de los cuerpos tienen los estudiantes de Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (ECI), para ello se propuso establecer los niveles argumentativos que tienen los estudiantes al iniciar el curso de Física Mecánica a nivel universitario evaluando también el modelo explicativo que traen preconcebido de su experiencia con la física en el bachillerato. Igualmente se pretendió medir el cambio alcanzado en estos aspectos al término del curso luego de la intervención didáctica que se empleó en la que se tuvieron en cuenta aspectos epistemológicos, y un componente importante de cómo la historia del desarrollo del concepto se puede involucrar en su aprendizaje entre otros.

La investigación se realizó con estudiantes de los programas de Ingeniería de la ECI cuyas edades oscilan entre 16 y 19 años de edad, con una unidad de trabajo de 8 estudiantes. Para el desarrollo de la investigación de tipo cualitativo descriptivo, se trabajaron las dos categorías propuestas que se indican en la Tabla 3 del capítulo 5 de este informe, y en la unidad didáctica se incluyeron algunos aspectos relativos a la autorregulación del aprendizaje por parte del estudiante aclarando que siempre se enfocó el trabajo para el logro de un progreso en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes especialmente en la dimensión concerniente a la argumentación.

Palabras clave: Argumentación, modelos explicativos, pensamiento crítico, movimiento de un cuerpo

ABSTRACT

The following investigation's main objective is to characterize the changes amongst levels of argumentation and explanatory models, which relate to concepts of the motion of bodies that the students of Mechanical Physics at the Escuela Colombiana de Ingeniería have. For this purpose, two measurements were taken in order to assess the difference between the base level of argumentation with which the students start the course, as well as the explanatory model that they have learned since High School. The second measurement was taken at the end of the course, after a didactic intervention that involved different epistemological aspects of the concept and an important component on how the historical development of such concept may enhance the learning of the latter.

The investigation was carried with the participation of a group work of 8 students of the courses of physics at Escuela Colombiana de Ingeniería, whose ages range from 16 to 19 years old. A descriptive qualitative method of research was followed to assess the two proposed categories shown at Chart 3 from the fifth section of this report. At the same time the didactic intervention included some aspects of student's self-regulation in learning, and it made transparent the intention to develop critical thinking within the students, especially when it came to abilities related to argumentation.

Key Words: Argumentations; Explanatory levels; critical thinking; Motion of the bodies.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	14
2	ANTECEDENTES.....	16
2.1	ANTECEDENTES INTERNACIONALES RELACIONADOS CON LA ARGUMENTACIÓN	16
2.2	ANTECEDENTES NACIONALES RELACIONADOS CON LA ARGUMENTACIÓN	18
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	22
4	JUSTIFICACIÓN.....	27
5	REFERENTES TEÓRICOS	30
5.1	REFERENTES CONCEPTUALES	30
5.1.1	Argumentación y niveles argumentativos	30
5.1.2	Modelos explicativos.....	37
5.1.3	Modelos Explicativos del Movimiento de los Cuerpos.....	38
5.1.3.1	Modelo Aristotélico.....	40
5.1.3.2	Modelo Galileano	42
5.1.3.3	Modelo Newtoniano	47
6	OBJETIVOS.....	52
6.1	OBJETIVO GENERAL	52
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	52
7	METODOLOGÍA	53
7.1	ENFOQUE METODOLÓGICO	53
7.2	DISEÑO METODOLÓGICO	54
7.2.1	MOMENTO DE UBICACIÓN	54
7.2.2	MOMENTO DE DESUBICACIÓN	55
7.2.3	MOMENTO DE REENFOQUE	55
8	CONTEXTO	57
8.1	UNIDAD DE TRABAJO	57
8.2	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	59
8.3	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	59
8.4	UNIDAD DIDÁCTICA	61

8.5	PLAN DE ANÁLISIS	62
8.6	CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	63
9	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	64
9.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CATEGORÍA MODELOS EXPLICATIVOS	66
9.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CATEGORÍA NIVELES ARGUMENTATIVOS	73
9.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS IDENTIFICADOS EN LOS INSTRUMENTOS INICIAL Y FINAL	77
9.3.1	Estudiante E1	78
9.3.2	Estudiante E13.....	81
9.3.3	Estudiante E16.....	85
9.3.4	Estudiante E19.....	88
9.3.5	Estudiante E23.....	91
9.3.6	Estudiante E24.....	95
9.3.7	Estudiante E25.....	98
9.3.8	Estudiante E27	102
10	CONCLUSIONES	108
11	RECOMENDACIONES	110
12	REFERENCIAS	111

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Niveles de desempeño Lectura Crítica</i>	23
<i>Tabla 2: Niveles de Argumentación.....</i>	35
<i>Tabla 3: Niveles argumentativos y modelos explicativos del movimiento de los cuerpos.</i>	50
<i>Tabla 4: Selección de estudiantes para análisis de resultados.</i>	58
<i>Tabla 5: Respuestas Instrumento Inicial y Final para determinación de modelos explicativos.</i>	65
<i>Tabla 6: Resultado comparativo de Niveles Argumentativos en los dos instrumentos. ...</i>	105

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias	31
<i>Figura 2:</i> El modelo argumentativo de Toulmin.	34
<i>Figura 3:</i> Ejemplo de un argumento de acuerdo con el modelo de Toulmin.....	36
<i>Figura 4:</i> Esquema de los componentes esenciales de un argumento.	37
<i>Figura 5:</i> Movimiento violento concebido por Aristóteles.....	42
<i>Figura 6:</i> Argumento de la torre propuesto por Aristóteles.....	45
<i>Figura 7:</i> El movimiento desde dos marcos de referencia inerciales diferente	46
<i>Figura 8:</i> Experimento imaginario de Galileo	47
<i>Figura 9:</i> Diseño Metodológico.....	56

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1:</i> Clasificación por modelos explicativos de las respuestas de los estudiantes en el instrumento inicial.	67
<i>Gráfica 2:</i> Clasificación por modelos explicativos de las respuestas de los estudiantes en el instrumento final.....	68
<i>Gráfica 3:</i> Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo aristotélico por cada estudiante	69
<i>Gráfica 4:</i> Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo galileano por cada estudiante	69
<i>Gráfica 5:</i> Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo newtoniano por cada estudiante	70
<i>Gráfica 6:</i> Porcentaje de estudiantes del modelo aristotélico por pregunta.	71
<i>Gráfica 7:</i> Porcentaje de estudiantes del modelo galileano por pregunta.	71
<i>Gráfica 8:</i> Porcentaje de estudiantes del modelo newtoniano por pregunta	72
<i>Gráfica 9:</i> Clasificación por Niveles de Argumentación de las respuestas de los estudiantes en Instrumento Inicial	74
<i>Gráfica 10:</i> Clasificación por niveles de argumentación de las respuestas de los estudiantes en el instrumento final	75
<i>Gráfica 11:</i> Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 1 por estudiante	76
<i>Gráfica 12:</i> Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 2 por estudiante	76
<i>Gráfica 13:</i> Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 3 de por estudiante	77
<i>Gráfica 14:</i> Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E1	78
<i>Gráfica 15:</i> Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E13	82
<i>Gráfica 16:</i> Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E16	85
<i>Gráfica 17:</i> Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E19	89
<i>Gráfica 18:</i> Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E23	92

<i>Gráfica 19: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del</i> estudiante E24	95
<i>Gráfica 20: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del</i> estudiante E25	99
<i>Gráfica 21: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del</i> estudiante E27	102

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. INSTRUMENTO INICIAL Y FINAL	116
ANEXO B UNIDAD DIDÁCTICA.....	120
ANEXO C ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO INICIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS.....	130
ANEXO D ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO FINAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS.....	141
ANEXO E ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO INICIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS.	152
ANEXO F ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO FINAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS.	162
ANEXO G FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO	172

1 PESENTACIÓN

En la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (ECI) se emprendió un proceso de Renovación Curricular que comprende entre otras cosas la implementación de un sistema de formación por competencias; en el área de ciencias naturales se ha establecido como una de las competencias a alcanzar con las asignaturas del Ciclo de Formación Común Institucional, donde se encuentra la asignatura Física Mecánica que es la asignatura en la que se realiza la presente investigación, tener “la capacidad para comprender las leyes fundamentales de la física, la química y la biología, que gobiernan la naturaleza tal como las explican las Ciencias Naturales”, para lograr esta competencia es necesario hacer un fuerte trabajo para que los estudiantes alcancen en su desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje un nivel importante de Pensamiento Crítico y en este aspecto hay que destacar que toma un nivel de importancia la argumentación como una de sus dimensiones.

De acuerdo con (Tamayo , 2014),

“Es necesario crear ambientes de enseñanza y aprendizaje orientadas al desarrollo de habilidades argumentativas en los estudiantes, y para ello se requiere que el actuar del maestro [...] esté orientado a que el estudiante identifique y diferencie con claridad los datos de las conclusiones, las justificaciones, los respaldos teóricos y los contraargumentos” (p. 35).

En este trabajo se pretendió analizar en los estudiantes el desarrollo de habilidades argumentativas partiendo del significado que estos puedan adquirir al desarrollar el concepto de movimiento de los cuerpos en las diferentes actividades que se desarrollen en el aula. Para esto se parte de la identificación que puede establecerse entre los procesos argumentativos, niveles de argumentación, y los modelos explicativos del concepto.

La metodología seguida en la investigación tiene un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, la recolección de datos se realizó con los estudiantes que se encuentran inscritos en el grupo a cargo del docente investigador de la asignatura Física Mecánica, se

consideró una muestra conformada por ocho (8) estudiantes sobre un grupo de veintinueve (29) alumnos inscritos que representa una muestra del 27,6% de los estudiantes. En el capítulo correspondiente a la metodología se hace una descripción clara de las razones por las que fueron seleccionados todos y cada uno de los estudiantes participantes en la investigación.

Para el análisis de los modelos explicativos del movimiento que tienen los estudiantes o que van a adquirir en el desarrollo de la asignatura, se ha tenido en cuenta únicamente los modelos correspondientes a la mecánica clásica o newtoniana, es decir, no se tuvo en cuenta ningún componente relacionado con la mecánica cuántica o las teorías correspondientes a la relatividad. Esto se hace en función de los temas que deben ser desarrollados en la asignatura que se ha seleccionado para realizar el estudio. Bajo este criterio se determinó trabajar tres modelos explicativos del movimiento que se denominaron: el modelo aristotélico, el modelo galileano y el modelo newtoniano, siendo este último el modelo que deben alcanzar los estudiantes al finalizar el curso ya que se tiene como objeto de aprendizaje.

2 ANTECEDENTES

Es indudable que cualquier estudiante, y en general cualquier persona, tiene que estar en capacidad de presentar argumentos y contraargumentos para defender sus posturas y diseños, para esto debe desarrollar habilidades argumentativas que se adquieren desde que inicia su proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación básica primaria. Sin embargo, es deber de la universidad ayudar a suplir todas las falencias que en este campo tenga el estudiante para tratar de garantizar que sus graduados puedan desempeñarse en condiciones óptimas, es por esto que la investigación que se propone sea en la ECI, el inicio para que desde el aula se motive el pensamiento crítico mediante el desarrollo de la actividad argumentativa.

Si se toma la argumentación como una habilidad que favorece el aprendizaje de los estudiantes, se encuentran evidencias en muchas investigaciones que se han dedicado a estudiarla, incluyendo los niveles argumentativos, en las que se puede mostrar el desarrollo de la argumentación como elemento conducente a la formación de pensamiento crítico.

Estas investigaciones son valiosas para este proyecto investigativo porque en ellas se puede observar la importancia de la argumentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

A continuación, se presentan algunos aportes obtenidos en investigaciones dentro del contexto escolar tanto a nivel internacional como nacional en los que se resalta la importancia de las habilidades argumentativas en los procesos de formación.

2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES RELACIONADOS CON LA ARGUMENTACIÓN

A nivel internacional se seleccionaron investigaciones en las que los hallazgos encontrados son relevantes en cuanto a la argumentación en referencia a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en el desarrollo de la clase de física y en general de ciencias, estas investigaciones se complementan con las consultadas para establecer el marco teórico de esta investigación y que se relacionan en el apartado correspondiente.

Solbes, Ruiz, & Furió, 2010 presentan un trabajo titulado “Debates y argumentación en las clases de Física y Química”, este trabajo permitió comprobar que los alumnos tienen un nivel muy bajo de competencia argumentativa oral, que los aspectos afectivos influyen en el debate y que dichos debates mejoran la actitud hacia las ciencias de los alumnos más pasivos. La pasividad y el componente afectivo que tienen los estudiantes cuando tratan de argumentar es un hecho que con la experiencia docente del investigador se ha evidenciado entre los estudiantes de la ECI.

Los autores insisten en la importancia que tiene la argumentación y plantean que “La utilización de debates y la adquisición de capacidades argumentativas son muy necesarias en caso de que existan posturas controvertidas sobre un tema CTS que impliquen valoraciones éticas distintas...” (Solbes, Ruiz, & Furió, 2010, p. 65). Adicionalmente aseguran que en las clases de física no se acostumbra a trabajar con las competencias argumentativas pues es complejo y requiere de varias competencias previas que el sistema educativo no promueve.

Sanmarti & Sarda, 2000 entregan un trabajo investigativo titulado “Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias”, en él, las autoras muestran cómo en los estudiantes la argumentación es una dificultad, al momento en que intentan expresar de forma oral y escrita sus explicaciones referentes a fenómenos desde el punto de vista científico lo que exige rigurosidad, precisión, estructuración y coherencia.

Igualmente concluyen que:

“todo proceso de enseñanza y aprendizaje [...] es fundamentalmente un proceso de regulación continua: de la enseñanza, porque el profesorado debe poder identificar las necesidades del alumnado, y proporcionarle herramientas para ayudarlo a satisfacerlas; y del aprendizaje, porque el propio alumnado debe reconocer sus dificultades y encontrar caminos para superarlas.” (Sanmarti & Sarda, 2000, p. 422)

Buitrago, Mejía y Hernández (2013), presentan un artículo denominado “La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias” como producto de la investigación que realizaron titulada “Desarrollo de la argumentación en ciencia escolar como habilidad cognitivo-lingüística mediante el abordaje de situaciones socio-

científicas”, en él las autoras desarrollan el tema de la argumentación en la enseñanza de las ciencias desde cuatro perspectivas:

- Perspectiva de carácter epistémico.
- Perspectiva de carácter discursivo.
- La argumentación como práctica social.
- Papel de la argumentación en el aprendizaje de conceptos científicos.

Las autoras concluyen que la revisión bibliográfica realizada en la investigación ha permitido reconocer el proceso evolutivo del concepto de argumentación y su importancia en la formación científica escolar. También ha permitido reconocer la necesidad de implementar prácticas educativas más participativas e incluyentes que potencien esta habilidad cognitivo-lingüística.

2.2 ANTECEDENTES NACIONALES RELACIONADOS CON LA ARGUMENTACIÓN

Las investigaciones relacionadas con la habilidad argumentativa que se indican a continuación corresponden a trabajos desarrollados por investigadores nacionales en su totalidad, igualmente, se consideró como nacional si uno de los integrantes del grupo investigador era de origen nacional.

Se aclara que los trabajos indicados tanto a nivel internacional como nacional, no necesariamente tienen los mismos objetivos que se plantean en esta investigación, pero se considera que sirvieron de referente para apoyar teóricamente la habilidad argumentativa con sus respectivos niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto que se desarrolla en este trabajo.

(Ruiz, Tamayo, & Márquez, 2015), en el artículo titulado “La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza” correspondiente a la investigación que realizaron que tenía como objetivo “Proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias que considera las relaciones entre los aspectos epistemológico, conceptual y didáctico” plantean que: “La argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de

comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita...” (p. 629), en este sentido su trabajo será referente para el establecimiento de la relación que pueda encontrarse entre la argumentación y el aprendizaje de las leyes de Newton con las que los estudiantes efectúan el estudio del concepto de movimiento.

Barros, 2014, es el autor de otro trabajo que, aunque no maneja como concepto del estudio del movimiento se constituye en un referente importante y es la tesis doctoral denominada “Argumentación científica de ingenieros en formación: El aprendizaje de la hidráulica en el aula a partir de casos de la historia de las ciencias”, ya que esta tesis doctoral está dirigida a ingenieros en formación y maneja la relación entre la argumentación y el aprendizaje de la hidráulica en el aula. En ella pretende establecer el espacio de la estructura conceptual y los procesos cognitivos de los estudiantes. El autor indica que:

“La argumentación se refiere a la construcción de una realidad a través del lenguaje mediante un proceso discursivo, [...] la argumentación es una vía que estimula el criterio racional y contribuya al desarrollo de los procesos cognitivos de orden superior y al pensamiento crítico”. (Barros, 2014, p. 29).

Para la investigación que se adelanta, el aporte del trabajo realizado por Barros es importante ya que, el estudio y la intervención didáctica que se realizó, se diseñó teniendo en cuenta que se dirige a estudiantes en edades comprendidas entre 16 y 19 años que cursan de primer a tercer semestre de los programas de ingeniería de la ECI, lo que los constituye en una población similar a la investigada por el autor.

Barros, 2013, se constituye nuevamente en referente de esta investigación con su capítulo de libro denominado “La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de las ciencias” enmarcado en la investigación desarrollada en la Universidad de Antioquia denominada “La argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de civilidad”, en él se discute una propuesta de enseñanza de las ciencias orientada a ingenieros en formación, de esta forma se convierte entonces en

un referente importante para esta investigación ya que se orienta al mismo tipo de estudiantes.

En concordancia con el autor, si reconocemos la ciencia como una construcción colectiva, se puede considerar la construcción de conocimiento como una actividad social y no simplemente como una transmisión de información, es por esto que debe intentarse desarrollar en el aula acciones que permitan explotar la interacción oral en la construcción de un discurso argumentativo para llevar al conocimiento científico a los estudiantes, esta posición es defendida por (Barros., 2013) cuando manifiesta:

“Teniendo en cuenta la evolución que ha tenido la ingeniería, en particular la ingeniería civil, que hoy en día reconoce mejor que antes (sic) el impacto ambiental de las obras, resulta apenas justo proponer un ejercicio pedagógico que permita la participación del estudiante en un diálogo interactivo oral donde presente sus ideas y participe en la construcción de su propio conocimiento. [...] Para ello se propone que desde el aula se motive el pensamiento crítico mediante el desarrollo de la actividad argumentativa llevada a cabo con la interacción oral” (167).

Henao & Palacio, 2013 participantes de la misma investigación descrita en la referencia anterior, en su capítulo de libro denominado “Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias”, indican que se considera importante generar en las aulas espacios para propiciar la argumentación en clase para involucrar a los estudiantes en estrategias para aprender a argumentar, para esto es necesario alejarse de la enseñanza tradicional transmisionista, repetitiva para en su lugar generar espacios donde se privilegie la participación de los estudiantes en procesos de debate, justificación y evaluación de puntos de vista. (Henao & Palacio, 2013, p. 41), este trabajo es importante para la investigación desarrollada ya que la unidad didáctica que se aplicó procuró consiferar lo expuesto por los autores.

Sánchez, González y García (2013), presentan en su informe del trabajo investigativo desarrollado denominado “La argumentación en la enseñanza de las ciencias” una serie de reflexiones en las que entre otras indican que la argumentación es una forma

de discurso, que debe ser apropiada por los estudiantes y enseñada explícitamente en la clase de ciencias, proponen planteamientos sobre cómo argumentar, facilita el conocimiento en ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas y adicionan orientaciones sobre el diseño para promover argumentación.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (ECI) se han identificado deficiencias en las áreas de lecto-escritura con que ingresan los estudiantes a la universidad, igualmente se sabe que su competencia argumentativa está poco desarrollada y no es mucho lo que se hace por suplir esta debilidad de los estudiantes en las asignaturas de Física, contrario al énfasis que se le da a la solución de problemas numéricos, esto se puede sustentar en el hecho de que un aspirante a la ECI debe tener como mínimo 45 puntos de calificación en las pruebas Saber 11 en cada una de las áreas de interés de los programas que se ofrecen. En la presente investigación hacen parte estudiantes de los diferentes programas de ingeniería donde las áreas de interés del examen Saber 11 son Ciencias Naturales, Lectura Crítica y Matemáticas.

Los estudiantes admitidos se clasifican en los niveles alto (A), medio (M) y básico (B) y con base en esta clasificación se asignan las asignaturas que deben cursar en su primer semestre, el puntaje de corte para determinar el nivel de ingreso se determina según los resultados generales de todos los bachilleres que presentaron la prueba Saber 11 en Bogotá en la misma fecha en que la presentó cada estudiante admitido quedando entonces clasificados en nivel alto quienes están dentro del 2% superior, en nivel básico quienes están en el 45% inferior y en nivel medio los demás. Con datos obtenidos de la oficina de registro de la ECI se observa que para los estudiantes que participaron en la investigación, solo el 8% quedaron clasificados en nivel alto, el 32% en nivel básico y el 60% en nivel medio.

Esta clasificación corresponde a estudiantes que el ICFES en su prueba Saber 11 asigna en el componente de Lectura Crítica los siguientes niveles:

Tabla 1: Niveles de desempeño Lectura Crítica

Nivel	Puntaje	Descripción
1	0-35	Como el puntaje es inferior al mínimo de ingreso exigido, no aplica para la ECI
2	36-50	El estudiante comprende textos continuos y reconoce información explícita y la relación con el contexto.
3	51-65	El estudiante interpreta información de textos al inferir contenidos implícitos y reconocer estructuras, estrategias discursivas y juicios valorativos.
4	66-100	El estudiante reflexiona a partir de un texto sobre la visión de mundo del autor, da cuenta de elementos paratextuales significativos presentes en el texto y valora y contrasta los elementos mencionados con la posición propia.

Fuente: (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES, 2018, pp. 35-36)

Como puede apreciarse los estudiantes traen algún desarrollo en las dimensiones del pensamiento crítico de manera incipiente en el nivel 3 y un poco mejor desarrollados en el nivel 4 y de acuerdo con los resultados de la prueba Saber 11 obtenidos del sistema de registro de la ECI para cada uno de los estudiantes que se involucran en la investigación el 18.2% tiene Nivel 2, el 54,5% tiene nivel 3 y solo el 27,3% tiene nivel 4, es decir es válido afirmar que la competencia argumentativa de los estudiantes al ingreso a la ECI está poco desarrollada.

En los pocos casos en que se trata de argumentar o contra argumentar una idea en los cursos de física, se observa en los estudiantes que se involucra más el sentimentalismo sobre el asunto que el ver la realidad para dar argumentos a favor o en contra con coherencia.

Una posibilidad de intervención sería poder potenciar en las clases de física las competencias de argumentación y debate en los estudiantes de la ECI, para ello se utilizará

el estudio del concepto de movimiento analizando los modelos explicativos que los estudiantes pueden tener sobre este. Se considera este concepto para el desarrollo de la investigación que se propone ya que la experiencia docente indica que es el estudio del movimiento uno de los temas que más trabajo les cuesta comprender a los estudiantes, generalmente es su primer contacto con la física universitaria y es común encontrar que son muchos de ellos quienes todavía explican el movimiento incorporando nociones pertenecientes a un pensamiento aristotélico es decir la concepción que se tenía del movimiento de los cuerpos hace más de 2000 años.

Ceñiremos el estudio del movimiento a la concepción correspondiente a la mecánica clásica ya que la investigación se realizó con estudiantes de la asignatura de Física Mecánica que en su contenido no incorpora nada correspondiente a la Física Moderna

En la ECI los procesos de enseñanza se desarrollan en un alto porcentaje utilizando un modelo pedagógico tradicional, entendida esta manera de enseñanza como las clases centradas netamente en el docente y la repetición continua de ejercicios y problemas de aplicación por parte de él, el estudiante es sujeto de aprendizaje y debe aprender lo que el docente considera que es necesario, se tiene un componente alto de memorización que se evalúa mediante exámenes en los que el estudiante debe repetir lo aprendido y la experiencia indica que esto es rápidamente olvidado.

La ECI se encuentra en la actualidad en el proceso de implementación de una renovación curricular basada principalmente en un giro a un sistema por competencias y aunque sigue considerando muy importante la clase de tipo magistral básica en un modelo tradicional, se quiere tener en cuenta una serie de elementos adicionales en los que se pueda desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes y, en este sentido es importante potenciar en ellos el desarrollo de la argumentación que es una de las dimensiones básicas de este. De otra parte, la ECI en su PEI plantea la necesidad de tener egresados caracterizados por una alta formación científica y para esto fija sus objetivos en lograr un buen resultado en las acciones correspondientes a la enseñanza de las ciencias.

Esta perspectiva está de acuerdo con (Cardona & Tamayo, 2009) que manifiestan:

“Es muy importante desarrollar investigaciones que permitan construir procesos para que los estudiantes y las estudiantes logren introducirse en la ciencia, desde el aula de clase, a través de comunidades de práctica en las que se faciliten modos de discurso que se asemejen a los de las comunidades científicas” (p.1547).

Debemos entender entonces que las ciencias no son una serie de descripciones y explicaciones de los fenómenos del mundo que no se pueden controvertir. Las debemos entender entonces como la construcción del conocimiento a partir del planteamiento de hipótesis, realización de experimentos y análisis de resultados, abiertas siempre al cambio, a la controversia y a la generación de nuevos modelos, de ser necesario.

En la época actual, la necesidad de tener habilidades comunicativas para afrontar el desarrollo social, económico y humano, nos obligan a replantear estrategias que conlleven a un mayor nivel de argumentación por parte de los estudiantes.

“La enseñanza de las ciencias requiere tener un enfoque menos tradicional, en donde los estudiantes aprendan los conceptos de manera significativa, y donde ellos desarrollen habilidades que les sirvan para la vida. [...] Asimismo, es necesario lograr que los estudiantes construyan conocimientos que les permitan tomar decisiones frente a la solución de problemas de su entorno.” (Sánchez, González, & García, 2013, pp. 12 - 13)

Aunque en la ECI se encuentran dadas las condiciones y existe la voluntad para que las competencias argumentativas puedan ser desarrolladas por nuestros estudiantes, se evidencia que no sucede especialmente en los cursos de los primeros semestres que es donde se enmarca el concepto que se pretende desarrollar en la investigación ya que no se propician los espacios que permitan evidenciar que se desarrolla o se favorece la adquisición de habilidades argumentativas por parte de nuestros estudiantes. Bajo estas condiciones, la investigación basada en la argumentación, podría ser el comienzo para poder iniciar un cambio en el modelo didáctico de la ECI y llevarla del modelo tradicional de transmisión-recepción a un modelo donde el desarrollo del pensamiento crítico sea la base para nuestros estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, la pregunta que se pretende responder con la investigación sería la siguiente:

¿Cuáles son los cambios en los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto de movimiento de los cuerpos en los estudiantes de Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Bogotá D.C.) antes y después de una intervención didáctica?

4 JUSTIFICACIÓN

Una de las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes al iniciar el estudio de la física, es el hecho de la falta de comprensión que tienen sobre el lenguaje que, además de ser fundamental para el aprendizaje de las ciencias, es vital para poder desarrollar habilidades argumentativas. Para comunicar las ideas de manera clara y sencilla, los físicos, que son una comunidad cerrada, han desarrollado un lenguaje que, aunque accesible incorpora una serie de términos técnicos con significados especiales.

En la física estos términos son generalmente palabras de uso común. Esto hace pensar a las personas entienden lo que escuchan o leen en una discusión de física, pero si no están debidamente familiarizados con el lenguaje pueden llegar a perderse muy fácilmente.

Palabras como mecánica, ley, fuerza, inercia, masa, energía, peso, momento, impulso y trabajo, son importantes en el estudio de la física, pero quieren decir cosas muy diferentes de lo que significan en el lenguaje común. Por ejemplo, en física la palabra mecánica se refiere a una teoría acerca del movimiento más que a las técnicas para reparar un automóvil; en física una ley describe como los objetos se comportan naturalmente, mientras que en el lenguaje normal una ley prescribe como debe ser el comportamiento, igual pasa con las demás palabras que se sugirieron como ejemplo.

Es natural también que los estudiantes presenten dificultades al concebir algunos conceptos de manera errada, por ejemplo, un obstáculo de aprendizaje que se presenta en el estudio de la dinámica (leyes de Newton) es la confusión que tienen en la definición de los conceptos de masa y peso.

Lo expuesto anteriormente nos lleva a estar de acuerdo con lo que se cita en (Ruiz, Tamayo, & Márquez, 2015, p. 632), acerca de que el lenguaje juega un rol esencial en la enseñanza, el aprendizaje y la comunicación de las ciencias. En este sentido, la enseñanza requiere que el proceso de comunicación en ciencias se dé a través de interacciones sociales. En dichas interacciones se desarrolla un proceso de argumentación tanto entre docentes e investigadores como en el aula de clases.

Es así entonces como con el aprendizaje de un lenguaje adecuado y el desarrollo de habilidades argumentativas que podemos lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias adecuado en los estudiantes.

Como se mencionó anteriormente en el desarrollo de las clases de física en la ECI no es mucho el trabajo que se realiza para desarrollar en los estudiantes habilidades argumentativas, es por esto que esta investigación pretende además convertirse en la base para que se inicie el trabajo en el desarrollo de estas habilidades en la ECI.

Al desarrollar la argumentación se estará propiciando el Pensamiento Crítico en los estudiantes ya que este implica poder identificar y construir argumentos junto con su respectiva evaluación.

Desde la mitad del siglo XX se han realizado propuestas para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sin embargo, se ha dado mayor énfasis a experiencias a nivel escolar (primaria y bachillerato) y menor a experiencias a nivel universitario, lo cual se constituye en un potencial de investigación. Como establece (Hodson, 2003) citado por (Henao & Palacio, 2013, pp. 28 - 29) la enseñanza de la ciencia debe contribuir a que el estudiante aprenda ciencia, aprenda sobre la ciencia y aprenda a hacer ciencia. Basado en este planteamiento (Justi, 2006, p. 174) propone los siguientes argumentos que justifican el papel que los modelos deben desempeñar en la enseñanza de las ciencias:

Aprender ciencias, los estudiantes deben tener conocimientos sobre la naturaleza, ámbito de aplicación y limitaciones de los principales modelos científicos (ya sean estos consensuados, es decir, aceptados actualmente por la comunidad científica, o bien aquéllos que hayan sido aceptados en un determinado contexto).

Aprender sobre ciencias, los estudiantes deben comprender adecuadamente la naturaleza de los modelos y ser capaces de evaluar el papel de los mismos en el desarrollo y difusión de los resultados de la indagación científica.

Aprender a hacer ciencias, los estudiantes deben ser capaces de crear, expresar, comprobar y justificar sus propios modelos.

Con la evaluación de los niveles argumentativos en los estudiantes antes y después de la aplicación de una unidad didáctica que pretende desarrollar un concepto específico, se puede generar conciencia tanto en profesores como en estudiantes de la importancia que tiene el hecho de que en el aula se motive el pensamiento crítico mediante el desarrollo de la actividad argumentativa, esto impactará en nuestros graduados ya que se está aportando al objetivo institucional de contribuir al progreso personal, social y del conocimiento, a través de: a) la formación integral de la persona; b) la construcción y desarrollo de conocimiento; y c) la interacción dinámica con el entorno.

Es entonces importante que en el aula se motive en los estudiantes el pensamiento crítico mediante el desarrollo de habilidades argumentativas.

5 REFERENTES TEÓRICOS

Para abordar esta investigación es importante partir desde un breve recorrido histórico y precisión conceptual en torno a la argumentación, niveles argumentativos, modelos explicativos y modelos explicativos del movimiento.

5.1 REFERENTES CONCEPTUALES *Argumentación y niveles argumentativos*

(Ospina, Patiño, & López, 2008, pp. 26 - 27) indican que, en las áreas del conocimiento, especialmente en las Ciencias Naturales, cuando se pretende explicar fenómenos es necesario argumentar; y como habilidad comunicativa, entre otras, la argumentación se debe desarrollar en los estudiantes, no solo para las ciencias o la comprensión lectora, sino para la vida.

Aseguran también que la argumentación como competencia consiste en manifestar razones y pruebas para la defensa de una tesis, ideas, u opiniones, indicando que la competencia argumentativa en el aula se encuentra en el discurso oral, en el debate, en todo tipo de escritos y en toda actividad de comunicación donde intervengan docente y alumnos, sea de forma directa o indirecta, siempre y cuando implique confrontar ideas o tesis.

La argumentación es entonces una herramienta inherente al ser humano que es constantemente utilizada al emitir juicios, sobre todo cuando se pretende defender una postura respecto a un tema específico. La argumentación se asume como una habilidad y como un derecho común a los seres humanos, pues constantemente estamos tratando de defender una idea o de persuadir a otros de alguna idea que tengamos. Asumir una postura, defender una ideología o un criterio personal requiere argumentar

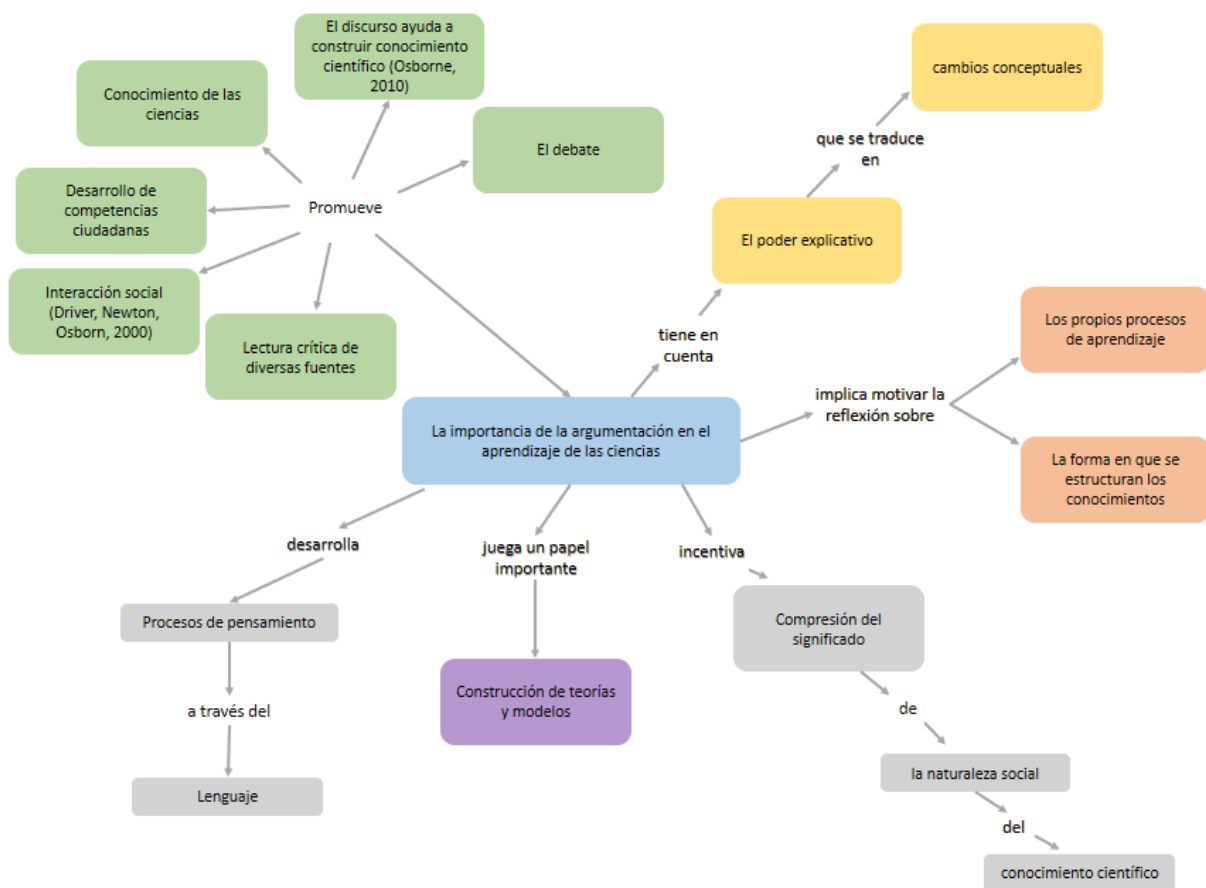
De otra parte, Chaim - Perelman plantea una Teoría de la Argumentación en la que propone que “el fin de una argumentación es producir o acrecentar la adhesión de un auditorio a las tesis que se presentan a su asentimiento” (Perelman, 1997, p. 13). Para este autor, el hecho de argumentar consiste fundamentalmente en buscar la aceptación de una tesis por medio de un discurso, es decir, encontrar la aceptación de una idea por parte de otros.

Igualmente, Ospina, Patiño, & López (2008), enfocan los fines de la argumentación en este sentido; para ellas, “la argumentación consiste en hacer uso del lenguaje verbal para formar un discurso que dé cuenta de nuestras convicciones acerca del asunto”, y resaltan que tiene como función fundamental convencer o persuadir, en forma razonada, a otros(s) de las creencias personales.

Ahora bien, en su tesis de grado (Ospina, Patiño, & López, 2008, p. 28) indican que Stephen Toulmin, filósofo y educador británico, también propone una teoría de la argumentación en la que deja de lado procedimientos que otros teóricos consideran argumentativos como, por ejemplo, la persuasión. Para este autor existe una relación entre la forma de razonar del ser humano en su cotidianidad y el razonamiento formal de la lógica: los silogismos. Toulmin (siendo filósofo) parte del hecho de que, en la cotidianidad, las personas no razonan por medio de silogismos, por lo que quiso explicar cómo la gente comúnmente discute, para Toulmin la argumentación se fundamenta a partir de observaciones o evidencias específicas, de las cuales se deriva una conclusión, reafirmación o prueba de ‘verdad’ con la que se aspira convencer al lector u oyente.

La argumentación es entonces una forma de discurso, que debe ser apropiada por los estudiantes y enseñada explícitamente en la clase de ciencias, argumentar en clase de ciencias, promueve logros como el conocimiento de ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Promover la argumentación en el aula implica motivar en los estudiantes la reflexión sobre sus propios procesos de aprendizaje y sobre la forma en que se estructuran sus conocimientos. El compromiso epistemológico frente a los estudiantes, debe prevalecer más que la crítica sobre las observaciones inconsistentes o irrelevantes de los demás, debe tener en cuenta el poder explicativo que se traduce en cambios conceptuales (Sánchez, González, & García, 2013)

Figura 1: Importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias



Fuente: (Sánchez, González, & García, 2013, p. 17)

La argumentación se convierte entonces en un aspecto de importancia vital para el aprendizaje de las ciencias.

“El conocimiento científico es construido a partir de la argumentación [...]. A través de la generación de debates donde se argumenta las posturas e ideas es posible desarrollar en el estudiante el pensamiento crítico [...]. La importancia de enseñar la argumentación en las aulas de ciencias es que se debe tener un concepto claro de los que significa la ciencia, reconocer que la ciencia se ve afectada por la naturaleza social del mundo académico y científico [...] y esta debe ser apropiada por los estudiantes y directamente enseñada por los docentes” (Rodríguez, 2018, p. 25)

De esta manera al ser reconocido el componente social en el proceso de la construcción científica, es claro que no solo el pensamiento crítico, argumentativo y

creativo del estudiante se puede desarrollar, sino que también se promueve el desarrollo de las competencias ciudadanas al incitar a la tolerancia y el respeto por las ideas y teorías de los demás. En concordancia con (Sánchez, González, & García, 2013) se debe entender que la construcción del conocimiento científico prima sobre los intereses personales y destacar que, aunque no se tenga razón en una idea el poder explicativo de su contraria puede conducir a cambios en las concepciones.

De otra parte (Henaó & Palacio, 2013) en su informe de investigación manifiestan que en la educación en ciencias ha emergido una línea de investigación que reivindica la importancia del lenguaje y la argumentación en la construcción de conocimientos y manifiestan además que propiciar la argumentación en la clase permite involucrar a los estudiantes en estrategias para aprender a argumentar, es decir, expresar razonamientos de tal manera que puedan ser comprendidos y evaluados por nosotros y nuestros interlocutores y plantean igualmente que es necesario tomar distancia de la enseñanza tradicional, informativa y repetitiva y, en su lugar, consolidar espacios que privilegien la participación de los estudiantes en procesos de debate, justificación y evaluación de puntos de vista.

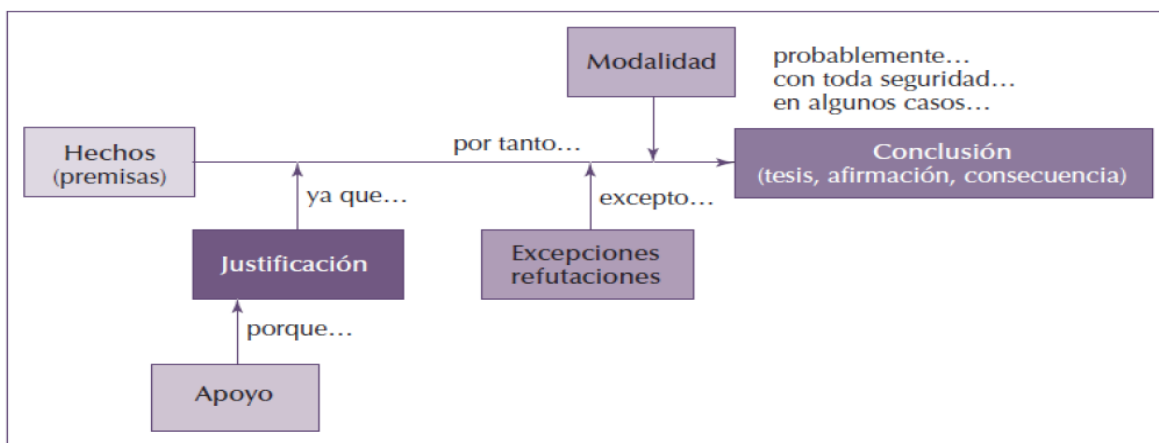
En consecuencia, es importante hacer una revisión epistemológica del concepto de argumentación, para ello apoyándose en (Buitrago, Mejía, & Hernández, 2013) que plantean que, al hacer un recorrido histórico por el concepto de argumentación, se puede ver cómo la argumentación (o los procesos argumentativos) surge en la época de los grandes filósofos griegos. Desde esa época se han enfatizando en al menos tres categorías vinculadas fuertemente con los procesos argumentativos. La Retórica o arte de hablar bien, considerada como discurso social y político, apoyada en la oratoria. la Lógica o arte de pensar bien, donde el razonamiento conlleva a la construcción de un argumento válido y la Dialéctica o arte de dialogar, que hace referencia a los diálogos de Platón apoyados en los métodos de Sócrates, considerando reglas bien establecidas en el diálogo entre dos personas a partir de preguntas y respuestas cuyo fin era establecer la verdad.

En la investigación al hablar de argumentación se va a emplear un modelo clásico y muy utilizado en el estudio de argumentos y es el modelo de argumentación de Toulmin que en su modelo plantea que los argumentos están compuestos por seis elementos: datos,

tesis, garantías, respaldos, refutaciones y cualificadores modales. La tesis hace referencia a una conclusión cuyo valor debe ser establecido; los datos son los hechos que apoyan las tesis; las garantías son las razones que establecen las conexiones entre los datos y la tesis; los respaldos son las presunciones en las que se basan las garantías; los calificativos modales establecen los límites de la tesis; y las refutaciones son argumentos que objetan los elementos del argumento.

En 1958 en Inglaterra, Toulmin publicó *The Uses of Argument*, en donde propone un esquema conocido como el modelo argumentativo de Toulmin, el cual describe la argumentación. Toulmin aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Esta alternativa argumentativa ha sido denominada “La argumentación como operación intelectual”, pues sitúa la racionalidad en la estructura del esquema. Para este desarrollo, el autor propone un modelo representado a continuación en Figura 2:

Figura 2: El modelo argumentativo de Toulmin.



Fuente: (Buitrago, Mejía, & Hernández, 2013, p. 22)

Este modelo presenta el discurso argumentativo como un conjunto o sistema, formado por varios elementos, que parte de unos datos para llegar a una conclusión avalada por una ley de pasaje o justificación, apoyada por un respaldo. Los calificadores modales aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en las cuales las justificaciones no son ciertas, es decir, la refutación. Según este modelo, en una argumentación se debe partir de datos obtenidos y fenómenos observados que se

justifican en función de razones fundamentadas, lo cual se conoce como conocimiento científico aceptado. En el paso que se da entre los datos y la conclusión es donde ocurre el proceso argumentativo.

La argumentación se asume como una práctica social y se entiende que es una competencia que puede enseñarse y aprenderse de manera gradual, es por esto que es importante promover procesos argumentativos en los estudiantes para que puedan interactuar en forma constante con las diferentes maneras en que se aborde el estudio del concepto que se está estudiando.

Alineándose con uno de los objetivos específicos de la investigación es necesario poder evidenciar la forma como cada estudiante presenta sus argumentos con relación al concepto de movimiento de los cuerpos por lo que se requiere de la aplicación de propuestas de evaluación y valoración de los procesos argumentativos. Para esto se utilizará el modelo presentado por (Tamayo, 2012, p. 218) basado en lo construido por Erduran, Simon y Osborne, en el que se propone una escala que pretende establecer la relación entre los elementos presentes en un argumento (datos, conclusiones, justificaciones, refutaciones, contraargumentos y cualificadores); para lo cual el autor propone cinco niveles de forma ascendente, siendo el nivel 1 el más básico y el nivel 5 más completo en argumentación; esta escala se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 2: Niveles de Argumentación.

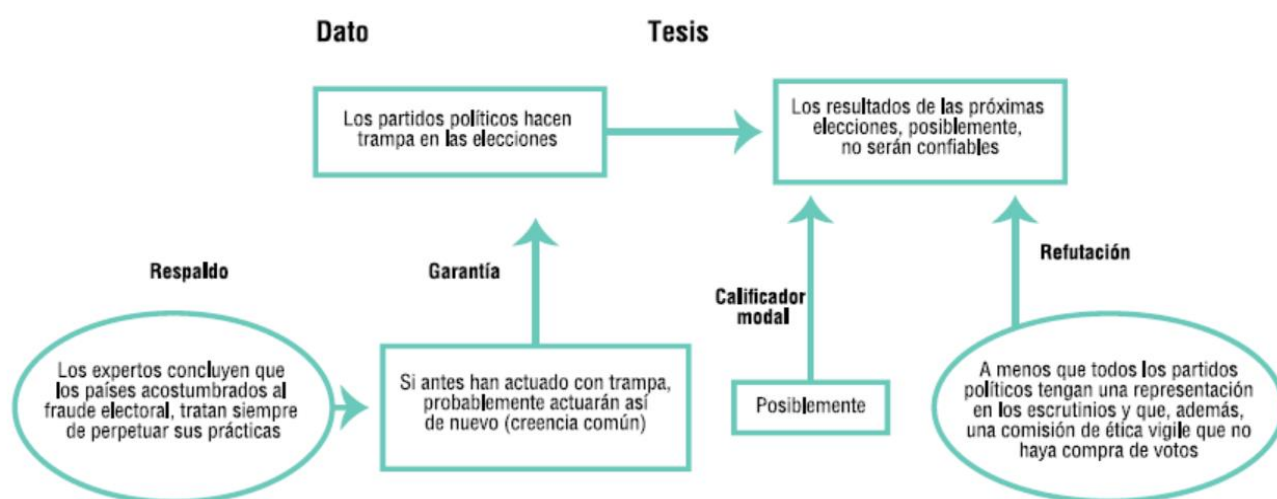
Nivel	Descripción
1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia (afirmación, dato o conclusión).
2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
3	Comprende argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants) haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).

-
- 5 Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es)
justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s)
-

Fuente: (Tamayo, 2012, p. 218)

En la figura 3 se muestra un ejemplo de un argumento analizado a través de los elementos propuestos por Toulmin.

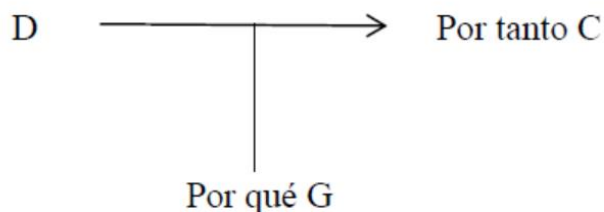
Figura 3: Ejemplo de un argumento de acuerdo con el modelo de Toulmin.



Fuente: (Posada, 2015, p. 149)

La propuesta de Toulmin concreta su perspectiva teórica en un esquema que ha sido utilizado y adaptado en diferentes procesos de enseñanza y aprendizaje. En su obra “The uses of argument” Toulmin propone unos patrones para determinar la validez de los argumentos a través de tres componentes básicos: D. C y G. (Figura 4).

Figura 4: Esquema de los componentes esenciales de un argumento.



Fuente: (Martínez, 2018, pág. 33)

D: Corresponde a los datos, antecedentes, información o hechos, de los cuales se dispone para dar fundamento a **C**: que son las conclusiones, además cuenta con **G**: garantías, que son la base justificadora del argumento, y que dan cuenta de que el paso de **C** hacia **D** es adecuado y legítimo.

Además de los componentes esenciales, el modelo puede incluir el **Q**: Calificador modal, que le da el grado de veracidad o no al argumento. Algunos cualificadores modales son: Siempre, probablemente, a veces... **R**: refutaciones, que son las restricciones que se le pueden aplicar a **C**, es decir las condiciones en las que **C** no sería válida y **S**: El sustento o apoyo de las garantías, (Martínez, 2018, pág. 34).

5.1.2 Modelos explicativos

Un concepto que se estudia en la didáctica de las ciencias, es el correspondiente a los modelos explicativos. Estos son contruidos por el estudiante a partir de las interacciones que establece con el entorno que conforma la escuela, la familia, la sociedad, las costumbres sociales, culturales y religiosas, el modelo entonces es sujeto de lo que el estudiante haya vivido, de sus intereses y expectativas.

Es un hecho que las ideas de los estudiantes y sus formas de explicar los fenómenos a los que se enfrentan son diferentes en cada estudiante al igual que sus procesos de razonamiento son diferentes, no se puede pensar que ellos desarrollarán el mismo modelo y de la misma forma, por ello, la enseñanza en ciencias se debe fundamentar en modelos y en el proceso de construcción de modelos, por lo que el aprendizaje es un proceso gradual, y la construcción de modelos constituye los cimientos del mismo.

Para definir entonces los modelos, se adopta la idea expresada (Gómez, Sanmarti, & Pujol, 2007, p. 326) cuando mencionan:

“Los modelos se entienden como una trama de ideas organizada y jerarquizada, son abstractos y contruidos para comprender e intervenir en los fenómenos del mundo. Éstos contienen entidades y las relaciones entre éstas, las cuales pueden expresarse en forma de leyes, conceptos, hipótesis, y también analogías y metáforas”

Esta comprensión es la que se espera permita evolucionar de modelos explicativos iniciales simples a modelos explicativos del concepto que se esté estudiando más complejos y acordes con lo que se espera de un entendimiento adecuado del concepto estudiado.

Es por esto que se hace necesario resaltar propuestas que busquen analizar, identificar y caracterizar modelos, entendidos como “herramientas de representación teórica del mundo, auxiliares para explicarlo, predecirlo y transformarlo” (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001), ya que estos podrían ser la clave para comprender el uso de distintos razonamientos y concepciones alternativas, en determinadas situaciones de su entorno como indica (Martínez, 2018)

Parafraseando a (Martínez, 2018) los modelos explicativos, hacen referencia a las construcciones de los sujetos cuya intencionalidad es comunicar la comprensión, de un tema, de un concepto o de un fenómeno; desde luego se involucra la forma como el estudiante usa el concepto al resolver problemas y al tratar de dar argumentos para defender su posición. El modelo explicativo es entonces esa representación externa que sirve de mediación para la comprensión de los fenómenos y que es necesario identificar en el aula para mejorar el uso del lenguaje, su comprensión, y su enseñanza en el contexto del estudiante.

5.1.3 *Modelos Explicativos del Movimiento de los Cuerpos.*

La categoría correspondiente al estudio de los modelos explicativos del movimiento de los cuerpos, se ha enmarcado únicamente en la mecánica clásica o newtoniana y por lo tanto se hará referencia al desarrollo histórico y epistemológico de las Leyes de Newton

que explican el movimiento de los cuerpos aplicables a la mecánica de los cuerpos de masa grande que se mueven a velocidades pequeñas. Se entiende por un cuerpo de masa grande aquel que tiene masa superior a la masa de un átomo y se mueve a velocidades pequeñas si estas son inferiores al 85% de la velocidad de la luz, es decir que las Leyes de Newton se aplican al universo macroscópico. La razón para considerar solo lo concerniente a la mecánica clásica sin incluir ningún modelo relativista es que la investigación se hace sobre estudiantes de la asignatura física mecánica de la ECI y ésta solo contempla en sus contenidos la parte correspondiente a la mecánica newtoniana.

La formulación de las leyes del movimiento de Newton fue precedida por innumerables acontecimientos que prepararon el pensamiento para la comprensión y explicación del comportamiento de la naturaleza. Gran cantidad de personajes se involucraron en el desarrollo de lo que hoy son dos ramas importantes de la Mecánica Clásica, la cinemática y la dinámica. Aristóteles, con sus ideas sobre el movimiento de los cuerpos terrestres y celestes, Arquímedes cuyas ideas y explicación de la palanca fundamentaron el concepto de equilibrio, Santo Tomás quien cristianizó las ideas de la física aristotélica fuertemente defendida por la Iglesia y su Inquisición, Copérnico, Brahe, Kepler apoyado en las observaciones de Brahe y Galileo, que con sus aportes dieron paso para que Isaac Newton, lograra establecer las bases de la mecánica clásica.

Así es entonces que la comprensión del movimiento de los cuerpos, tuvo varias interpretaciones antes de llegar a la manera como se concibe en la actualidad. (González, 2012, p. 5) señala en su tesis de grado que:

“La historia del pensamiento físico, desde Aristóteles a Newton, se nos presenta en líneas generales en tres grandes etapas. La primera etapa es la física aristotélica, una física carente de formalización matemática, caracterizada por el empleo de tres principios fundamentales: el lugar natural, el movimiento natural (entendido como el proceso encaminado al reposo) y el rechazo del vacío. La segunda etapa está constituida por la física del ímpetu, una física que, a pesar de ser de origen griego, fue elaborada sobre todo en el siglo XIV en la escuela de París por Jean Buridán y conocida y aceptada por Galileo (...) Este segundo tipo de física investiga la causa del movimiento por medio del concepto de fuerza

impresa, al que se da principalmente el nombre de ímpetus. Finalmente, la tercera etapa es la física matematizada, fundada en el método de la nueva ciencia experimental, ideado por Galileo, Descartes y Newton”.

Desde la teoría para los modelos explicativos del movimiento de los cuerpos se pueden diferenciar tres corrientes en la evolución histórica del conocimiento sobre el concepto y cada una de estas corrientes han sido consideradas como los modelos explicativos que vamos a evaluar, estos son: el primero basado en la concepción aristotélica del movimiento que se denominará Modelo Aristotélico (M1), el segundo basado en la concepción galileana: una nueva ciencia que se denominará Modelo Galileano (M2) y el tercero apoyado en Newton: principios matemáticos que se denominará Modelo Newtoniano (M3), estos modelos fueron asumidos como punto de partida para la investigación, se aclara que la diferenciación entre el modelo newtoniano y el aristotélico es muy clara y determinable, sin embargo, se pueden presentar algunos inconvenientes o dificultades al establecer la frontera entre el modelo galileano y el newtoniano ya que Newton tomó los estudios de Galileo y los desarrolló un poco más para, apoyándose en ellos, formular las leyes de la mecánica, él manifestó: “si he visto lejos es porque me he apoyado en hombros de gigantes”.

Es muy importante mencionar que uno de los objetivos de la investigación es medir el cambio en el modelo explicativo de los estudiantes, sin embargo, la unidad didáctica que se aplicó está diseñada para conseguir que los estudiantes adquieran un modelo explicativo newtoniano ya que esto es uno de los logros de aprendizaje de la asignatura y es condición necesaria para el éxito en ella.

5.1.3.1 Modelo Aristotélico

Una de las mayores influencias sobre el pensamiento científico correspondería a la filosofía de Platón y en especial de su discípulo Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.), los cuales dominarían el pensamiento durante 20 siglos. Sus ideas determinarían la forma de observar el mundo, de manera tal que resultaba inaceptable imaginar que la Tierra se movía y que nuestro sol no giraba en torno a ésta. En la física, los estudios de Aristóteles estaban dedicados fundamentalmente al análisis de las causas y su relación con el movimiento, siendo más de carácter intuitivo que experimental. Los principios aristotélicos

fueron desarrollados teniendo en cuenta las siguientes concepciones de acuerdo con (Pérez, 2012, p. 6):

- Inexistencia del vacío. La sola idea de un espacio totalmente vacío era inaceptable e inimaginable dentro del pensamiento aristotélico; resultaba inadmisibles pensar en un movimiento continuo.
- Existencia de una causa eficiente en todo cambio. El “movimiento natural” es la inclinación que todo cuerpo posee a ocupar el lugar que le corresponde por su propia naturaleza. En el “movimiento violento” se necesita un motor.
- El principio de la acción por contacto. En todos los movimientos, excepto en los naturales, debe existir como causa eficiente un agente de contacto con el cuerpo móvil.
- La existencia de un primer agente inmóvil que pone en movimiento el universo. La hipótesis aristotélica establece que “todo lo que se mueve es movido por algo”; este algo podría ser una causa o un motor.

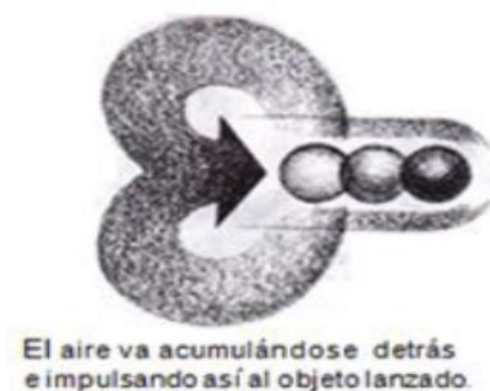
Aristóteles clasifica el movimiento en dos tipos, el movimiento natural y el movimiento violento, con el primero indica que se relaciona con la naturaleza del objeto y que dependiendo de su composición (aire, tierra, fuego, agua) explicaba que todo objeto en el universo tenía un lugar propio, determinado por esta “naturaleza” (la esfera de la tierra en el centro del mundo, luego la esfera del agua, luego la del aire y el fuego en la periferia), y que cualquier objeto que no está en su lugar propio “trataría” de ir a su sitio. Para Aristóteles los objetos más pesados deberían caer a rapidezces proporcionales a sus pesos; mientras más pesado era un cuerpo, más rápido debería caer.

El movimiento violento lo atribuía a la acción permanente de un agente. Debía ser un empuje o tracción: “sin una fuerza impulsora no hay movimiento”. Si se deja de realizar o ejercer dicha fuerza, el movimiento de progresión cesa, deteniéndose, siendo el reposo el estado natural de los cuerpos. “... el movimiento sostenido requiere de una fuerza sostenida aplicada” (Hetch, 1987, p. 39).

Cuando se arroja una roca o se lanza un dardo, se puede observar que después de que el objeto deja la mano no se puede apreciar qué o quién le hace fuerza para que se siga

moviendo. Aristóteles imaginaba que el aire separado por el movimiento del objeto causaba un efecto impulsor, al reagruparse detrás del objeto para colmar el vacío producido, haciéndolo mover hacia adelante.

Figura 5: Movimiento violento concebido por Aristóteles



Fuente: (Hetch, 1987, p. 39)

De acuerdo con (Pérez, 2012, p. 8), el movimiento se debe a la naturaleza del objeto en movimiento o a una fuerza de contacto sostenida durante el transcurso del movimiento. Si un objeto está en su lugar propio no se moverá, sino cuando se le someta a una fuerza, a excepción de los cuerpos celestes que se mueven eternamente en círculos.

5.1.3.2 Modelo Galileano

Los aportes de Galileo Galilei (1564-1642) en las ciencias han sido importantes tanto por las contribuciones particulares como por el método que utilizó para obtenerlas. Galileo puede considerarse uno de los creadores de lo que denominamos como el “método científico” y también uno de los fundadores de la física clásica. Utilizando observaciones experimentales, idealizaciones y deducciones lógicas, logró avanzar sobre la física aristotélica y cambiar conceptos que estaban firmemente arraigados desde de la antigüedad.

En una carta a Pierre Carcavy de 1637, Galileo expone los pasos que deben seguirse en el modo de estudiar la naturaleza, sentando así las bases del método científico. Estos pasos son los siguientes según enuncia (González, 2012, p. 35):

Resolución: es la selección y el análisis de los datos que recibimos de la Naturaleza.

Composición: es la construcción de un modelo matemático que relacione estos datos esenciales a través de teoremas o leyes (lo que actualmente se llama hipótesis) y deducción de consecuencias a partir de ellos.

Comprobación Experimental: comprobar en la experiencia si las leyes formuladas y sus consecuencias suceden en la realidad tal como han sido construidas en la mente. Aquí es donde intervienen las pruebas experimentales. Galileo no entiende el experimento como una pura observación de la realidad, sino como una operación preparada previamente: se trata de la producción de un efecto previsto como una consecuencia de la ley construida en la mente.

Tal como expone (Pérez, 2012, p. 9), la concepción aristotélica de un universo de esferas concéntricas en rotación, teniendo la Tierra como su centro e inmóvil (modelo geocéntrico), fue fundamentalmente la estructura aceptada, hasta llegar a ser cuestionada por parte de Nicolás Copérnico defendido luego por Galileo que presenta una idea inicial de un sistema heliocéntrico del mundo. Entre algunos de sus principales postulados es posible nombrar:

- El centro de la Tierra no es el centro del universo, sino sólo el centro de gravedad (*sed tantum gravitatis*).
- Todas las esferas (*omnes orbes*) giran alrededor del Sol, el cual está en el centro de todo; por esta razón el Sol es el centro del mundo.
- Todo movimiento que aparece en el firmamento no se origina a causa del movimiento del firmamento mismo, sino a causa del movimiento de la Tierra. Así pues, la Tierra con sus elementos próximos (los elementos que la rodean) realiza una rotación completa alrededor de sus polos fijos en un movimiento diario, permaneciendo inmóvil el firmamento.

Copérnico establecería entonces un modelo heliocéntrico en el que reafirmó que la Tierra giraba en torno al Sol, introdujo su modelo matemático de la Tierra, con tres movimientos uniformes y separados (rotación, traslación y declinación). El libro donde Copérnico expuso sus ideas, fue incluido en el índice por la inquisición en siglo XVII, ya que sus ideas iban en contra de su doctrina aceptada por la iglesia de ese tiempo, la Biblia establecía que, para derribar las murallas de Jericó, Josué había detenido el Sol y por lo tanto si lo detuvo era porque este se movía alrededor de la tierra, contrario a lo afirmado por Copérnico.

El principal defensor del modelo copernicano fue Galileo Galilei, quien tuvo que lidiar con los problemas que surgieron con la iglesia, su inquisición y los defensores del modelo geocéntrico.

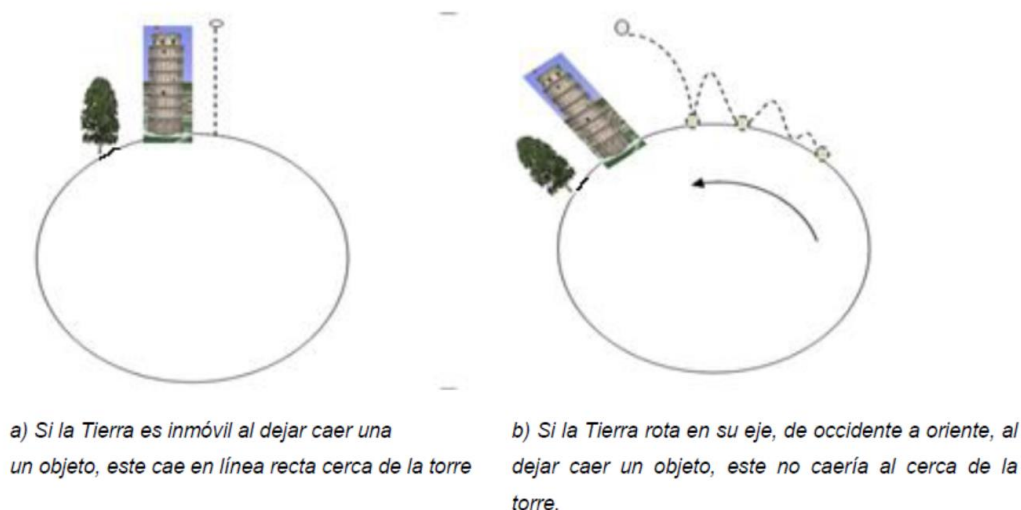
En una de sus obras, expone en forma de diálogo entre tres personajes (Salviati, seguidor de Copérnico, Sagredo, personaje imparcial y Simplicio, defensor de las ideas aristotélicas). Salviati, el representante de Galileo, realizaba diversos cuestionamientos a favor del modelo heliocéntrico, ridiculizando audazmente el sistema geocéntrico y las concepciones aristotélicas de la época.

(Pérez, 2012, p. 11) indica que los argumentos que debía enfrentar Galileo frente a la inmovilidad de la Tierra correspondían a las ideas de Aristóteles, plenamente aceptadas. Si la Tierra se moviese, su movimiento debería ser violento, y se observa que todos los cuerpos cuando caen, vistos desde la Tierra, describen una línea recta, dirigida hacia el centro de la Tierra. Al ser violento el movimiento de la Tierra, no podía durar eternamente y no sería congruente con el orden del mundo que debe ser eterno. Además, si la Tierra se moviera, los objetos que caen, separados de los demás objetos unidos al mundo, se quedarían atrás.

Para explicar y corroborar que la Tierra permanecía inmóvil, Aristóteles consideraba el hecho de que, al lanzar una roca, en forma vertical, muy alto, ésta vuelve a caer en el mismo lugar. De igual modo, al dejarla caer desde lo alto de un edificio, la roca descende verticalmente y cae debajo del sitio desde donde se la soltó. Si la Tierra se moviera en forma violenta o rotase en su propio eje de occidente a oriente, la roca tocaría

el suelo en un lugar alejado de la base del edificio, A esta argumentación aristotélica se le conoce como el argumento de la torre.”

Figura 6: Argumento de la torre propuesto por Aristóteles



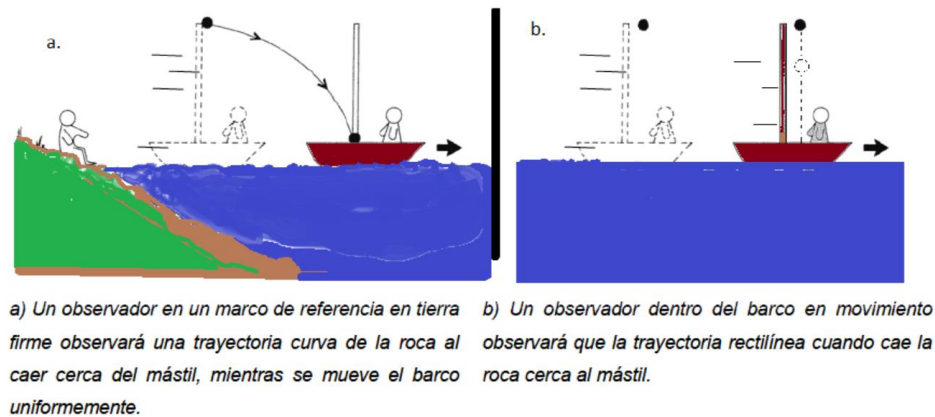
Fuente: (Pérez, 2012, p. 12)

Galileo no aceptaba esta posición, para él la roca compartiría el movimiento de rotación de la Tierra, por lo cual la roca, vista desde la torre, continuaría moviéndose verticalmente hacia abajo, sin necesidad de que nada le empujase, llegando al suelo exactamente debajo del sitio desde donde se la había soltado. Para aclarar esta idea indica que: ¿cómo debe caer una roca que se suelta desde lo alto de un mástil de un barco en movimiento a velocidad constante? Independientemente de si el barco se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme sobre aguas tranquilas, al soltar la roca caerá cerca del mástil; cuando está cayendo no caerá atrás del barco, debido a que la roca comparte el movimiento de éste mientras desciende.

“Galileo establece que pueden existir movimientos reales que, sin embargo, no se perciben al ser compartidos por todos los objetos de un mismo sistema físico. Un marinero que se encuentre al interior de la bodega de un barco que se desplaza en forma rectilínea y uniforme sobre aguas tranquilas, si no llegase a tener posibilidad de observar el exterior, no podrá dar cuenta de lo que le ocurre al barco (no sabría si está quieto en el puerto o está viajando) porque todos los

objetos a su alrededor compartirán dicho estado; si el barco está en movimiento, será imperceptible en las condiciones descritas. Por tanto, el marinero no podrá a ciencia cierta responder al interrogante de si el barco se mueve o está quieto”. (Pérez, 2012, p. 13)

Figura 7: El movimiento desde dos marcos de referencia inerciales diferente



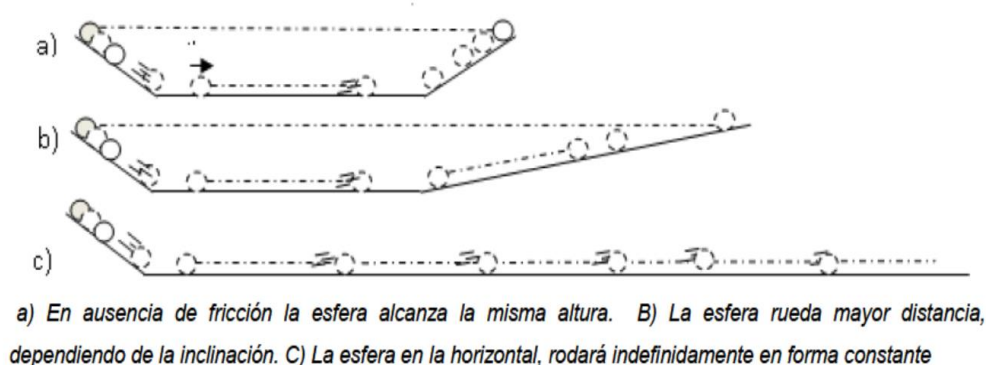
Fuente: (Pérez, 2012, pág. 13)

Los objetos, en sus movimientos relativos, se comportan unos con respecto a otros como si el movimiento del barco no existiese. Al extrapolar estas ideas, Galileo establecería que las leyes de la física serán independientes de cualquier sistema de referencia. Este enunciado se le reconoce como el principio de relatividad de Galileo.

De acuerdo con (Pérez, 2012) y (Hetch, 1987), Galileo presenta la ley de la persistencia del movimiento. Mediante un experimento imaginario en que se estudiaba cómo debía ser el movimiento de una esfera sobre una superficie inclinada y sobre un plano horizontal. Galileo considera una superficie dura, plana y perfectamente lisa. La esfera se moverá sobre el plano sin interferencia y completamente libre de cualquier resistencia del aire. Al poner en lo alto sobre esta superficie inclinada y soltarla, la esfera no permanecerá quieta, sino que rodará con un movimiento uniformemente acelerado hasta que termine la pendiente. Por el contrario, si se empuja la esfera violentamente para que suba por la misma superficie, su velocidad disminuiría progresivamente hasta detenerse, dependiendo de la inclinación del plano y de la fuerza aplicada sobre la esfera. Pero si la

esfera rueda y se encuentra con un plano sin inclinación alguna, completamente horizontal, su velocidad no aumentará ni disminuirá, sino que simplemente se mantendrá en movimiento perpetuo uniforme. Esta situación contradecía lo expuesto por Aristóteles referente al movimiento violento (*si no hay fuerza, simplemente no puede haber movimiento*). Al considerar que cuando la esfera rueda por el plano horizontal, sin ningún tipo de obstáculos, ni fricción, el movimiento se mantiene sin necesidad de una fuerza impulsora, se llegará a la conclusión de que el movimiento es natural y se conservará indefinidamente con velocidad constante. Esta persistencia del movimiento horizontal descrita por Galileo es conocida como la *ley galileana de la inercia*.

Figura 8: Experimento imaginario de Galileo



Fuente: (Hewitt, 2007, p. 26)

Los dos argumentos expuestos por Galileo el principio de inercia y el de relatividad permitirán comprender de una forma generalizada por qué no percibimos el movimiento de la Tierra, revalidando el modelo heliocéntrico y dando fin a la hegemonía del dogma aristotélico. Este cambio de mirada constituyó una verdadera revolución científica.

5.1.3.3 Modelo Newtoniano

“En el año de 1686, Isaac Newton hace la publicación de su obra más importante e impactante titulada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural). Esta sería la consolidación definitiva de la mecánica. En esta obra, Newton formuló y desarrolló una extraordinaria teoría acerca del movimiento, postulando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo como agentes que producen el cambio de movimiento de dicho cuerpo. Esta descripción fue fundamentada en un estricto lenguaje matemático

demostrativo. Su teoría se basó en los principios y definiciones fundamentales que reconocemos ahora como las tres leyes del movimiento. Con estos principios y su formulación de la célebre ley de Gravitación Universal, Newton daría cuenta en forma satisfactoria de una explicación de muchos movimientos, no sólo para los cuerpos sobre la superficie de la Tierra, sino también para los cuerpos celestes. La validez de las ideas newtonianas sería universal”. (Pérez, 2012, p. 16)

En los Principia estas leyes están precedidas por un riguroso desarrollo paso a paso, en términos de definiciones, leyes y proposiciones. Las siguientes corresponden al conjunto de definiciones iniciales del libro:

- “La cantidad de materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente”. Newton así define la masa, estableciendo que es proporcional al peso.
- “La cantidad de movimiento es la medida del mismo, surgida de la velocidad y la cantidad de materia conjuntamente”. Newton demostró que el movimiento de un cuerpo debe caracterizarse por algo más que por su rapidez; la masa debe influir para precisar su cantidad de movimiento. En la mecánica se le distingue como momentum, cantidad de movimiento o momento lineal y se define como el producto entre la masa del cuerpo y su velocidad.

En sus definiciones Newton distingue tres tipos de fuerza definidas así:

- “La fuerza ínsita de la materia es un poder de resistencia a todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La Fuerza centrípeta es aquella por la cual los cuerpos son arrastrados o impelidos, o tienden de cualquier modo hacia un punto como hacia un centro”.

De acuerdo con lo expuesto se presentan a continuación los enunciados de las leyes de la mecánica de Newton con la que explica el movimiento de los cuerpos:

El enunciado de la primera ley dice: “Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas”.

El enunciado de la segunda ley dice: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza”.

El enunciado de la tercera ley dice: “Para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones recíprocas de dos cuerpos entre si son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias”.

En general la aceleración que experimenta un cuerpo dependerá del marco de referencia establecido. Las leyes de Newton serán válidas solamente en cierta serie marcos de referencia para los cuales, la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero (fuerza neta), entonces ese cuerpo no tendría aceleración. Los marcos de referencia donde tiene validez la primera ley reciben el nombre de marcos inerciales de referencia. Si hay dos marcos inerciales, cada uno de estos se moverá a velocidad constante en relación con el otro.

En la tabla 2 se muestran los indicadores que se usarán para clasificar los estudiantes objeto de la investigación en cada uno de los niveles argumentativos y de los modelos explicativos del movimiento tanto al inicio de la investigación como al finalizar luego de realizar la intervención de aula con la aplicación de la unidad didáctica.

Tabla 3: Niveles argumentativos y modelos explicativos del movimiento de los cuerpos.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICADORES
ARGUMENTACIÓN	ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA	Nivel 1 (N1): Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia Nivel 2 (N2): Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos. Y una conclusión Nivel 3 (N3): Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos. una conclusión y una justificación Nivel 4 (N4): Comprende argumentos constituidos por datos. Conclusión y justificaciones. Haciendo uso de cualificadores o respaldos teóricos. Nivel 5 (N5): Comprende argumentos en los que identifica datos. Conclusión y justificaciones respaldo(s) y contraargumento(s)
MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DE MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS	MODELO ARISTOTÉLICO (M1) MODELO GALILEANO (M2)	El modelo contempla principalmente las siguientes características entre otras: • Inexistencia del vacío. La sola idea de un espacio totalmente vacío era inaceptable e inimaginable dentro del pensamiento aristotélico; resultaba inadmisibles pensar en un movimiento continuo. • Existencia de una causa eficiente en todo cambio. El "movimiento natural" es la inclinación que todo cuerpo posee a ocupar el lugar que le corresponde por su propia naturaleza. En el "movimiento violento" se necesita un motor. • El principio de la acción por contacto. En todos los movimientos, excepto en los naturales, debe existir como causa eficiente un agente de contacto con el cuerpo móvil. • La existencia de un primer agente inmóvil que pone en movimiento el universo. La hipótesis aristotélica establece que "todo lo que se mueve es movido por algo"; este algo podría ser una causa o un motor. El modelo contempla principalmente las siguientes características: • El centro de la Tierra no es el centro del universo, sino sólo el centro de gravedad (sed tantum gravitatis). • Todas las esferas (omnes orbes) giran alrededor del Sol, el cual está en el centro de todo; por esta razón el Sol es el centro del mundo. • Todo movimiento que aparece en el firmamento no se origina a causa del movimiento del

	firmamento mismo, sino a causa del movimiento de la Tierra. Así pues, la Tierra con sus elementos próximos (los elementos que la rodean) realiza una rotación completa alrededor de sus polos fijos en un movimiento diario, permaneciendo inmóvil el firmamento.
MODELO NEWTONIANO (M3)	El modelo contempla principalmente las siguientes características: • “La cantidad de materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente”. Newton así define la masa, estableciendo que es proporcional al peso. • “La cantidad de movimiento es la medida del mismo, surgida de la velocidad y la cantidad de materia conjuntamente”. Newton demostró que el movimiento de un cuerpo debe caracterizarse por algo más que por su rapidez; la masa deber influir para precisar su cantidad de movimiento. En la mecánica se le distingue como momentum y se define como el producto entre la masa del cuerpo y su velocidad. En sus definiciones Newton distingue tres tipos de fuerza definidas así: • “La fuerza ínsita de la materia es un poder de resistencia a todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”. • “La fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”. • “La Fuerza centrípeta es aquella por la cual los cuerpos son arrastrados o impelidos, o tienden de cualquier modo hacia un punto como hacia un centro”.

Fuente: Elaboración propia.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los cambios en los niveles argumentativos y los modelos explicativos que sobre el concepto de movimiento de los cuerpos tienen los estudiantes de Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito de Bogotá D.C., antes y después de la intervención didáctica.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los modelos explicativos y los niveles argumentativos que tienen los estudiantes sobre el concepto de movimiento de los cuerpos antes de la intervención didáctica.
- Promover procesos argumentativos mediante la implementación de una unidad didáctica sobre el movimiento de los cuerpos.
- Reconocer los cambios en los niveles argumentativos y los modelos explicativos del movimiento de los cuerpos después de la aplicación de la unidad didáctica.

7 METODOLOGÍA

7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

La investigación que se realiza es de enfoque cualitativo de tipo descriptivo. La orientación metodológica cualitativa no suele partir del planteamiento de un problema específico, sino de un área problemática más amplia en la cual puede haber muchos problemas entrelazados que no se vislumbren hasta que no haya sido suficientemente avanzada la investigación. Por esto, en general, el partir de un problema cierra el posible horizonte que tienen las realidades complejas, como son las realidades humanas. (Martínez, 2014)

Se debe verificar que los resultados sean válidos y confiables, la validez implica que las observaciones y datos estén enfocados en la realidad que se pretende conocer y la confiabilidad se obtiene si los resultados son seguros, congruentes e iguales a sí mismos en diferentes tiempos como indica (Alvarez-Gayou, 2013), igualmente, se utilizó una muestra que se considera representativa para que se pueda pensar en generalizar los resultados que se obtengan.

La investigación cualitativa se puede definir como aquella que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación.

La metodología por ende que guía esta investigación es de carácter cualitativo de alcance descriptivo, para ello tiene en cuenta dos categorías de análisis; la primera relacionada con los niveles argumentativos y la segunda con los modelos explicativos que los estudiantes tienen para explicar el concepto de movimiento de los cuerpos.

Para la investigación tomó una unidad de trabajo compuesta por ocho estudiantes que resultaron seleccionados al ser los únicos del grupo de la asignatura que cumplieron con los requisitos que había fijado el investigador para que pudieran ser parte de la unidad a analizar, estos requisitos fueron: el haber participado y contestado los dos instrumentos aplicados, haber firmado el documento de consentimiento informado, haber asistido a las sesiones de clase en que se desarrolló la unidad didáctica, con ellos se valoraron los

modelos explicativos de los estudiantes frente al concepto de movimiento de los cuerpos, los niveles argumentativos al iniciar el proceso, y luego de realizar la intervención en el aula con una unidad didáctica diseñada para el desarrollo de estas categorías se volvieron a medir para determinar los cambios que se dieron en los estudiantes. Para la codificación y descripción de los resultados se realiza la triangulación de los datos, basándose en Piñuel, (2002) “En el análisis de contenido triangular se refiere a la recolección y comparación de perspectivas sobre una misma situación de comunicación. Se basa en contrastar la descripción, explicación y evaluación de los contenidos analizados” (p.14)

7.2 DISEÑO METODOLÓGICO

Inicialmente la investigación se centró en una revisión documental para estudiar acerca de la argumentación, sus categorías y los indicadores de estas, con el fin de verificar la pertinencia del objetivo general de la misma y los objetivos específicos de esta. Igual trabajo se realizó con el concepto físico correspondiente al estudio del movimiento de los cuerpos centrado en el marco de la Mecánica Clásica o Newtoniana, determinando así las categorías de este concepto de acuerdo a la forma en que este era abordado por diferentes autores.

Posteriormente a esto se realizó una intervención por parte del profesor encaminada inicialmente a la determinación de los modelos explicativos del movimiento que tenían los estudiantes y evaluar en qué nivel argumentativo se podía clasificar cada uno de ellos.

La intervención se realizó en tres momentos así:

7.2.1 MOMENTO DE UBICACIÓN

En esta etapa se buscó determinar los niveles iniciales en que se encontraban los estudiantes sobre cada una de las categorías de la investigación: modelos explicativos del movimiento de los cuerpos y niveles argumentativos, Para esto se aplicó un instrumento diseñado para este fin y los resultados permitieron establecer los modelos explicativos que los estudiantes tenían sobre el concepto de movimiento de los cuerpos, se pudieron detectar algunos de los obstáculos de aprendizaje de los estudiantes, esto último, aunque no hacía parte del proyecto de investigación, fue muy útil en el desarrollo del curso y finalmente se

pudo observar el nivel de argumentación que tenía cada estudiante al iniciar el proceso con ellos.

7.2.2 MOMENTO DE DESUBICACIÓN

En esta etapa mediante la aplicación de la Unidad Didáctica diseñada se hizo una contextualización de los modelos explicativos detectados en los estudiantes y se revisó con ellos las condiciones por las que fueron clasificados en el nivel argumentativo en el que se encontraban, y qué se podría esperar que implementaran para poder mejorar esta condición. Adicionalmente se hizo el desarrollo teórico correspondiente para que los estudiantes pudieran construir el conocimiento que les permitiera cambiar el modelo explicativo del movimiento para llegar a adoptar el modelo newtoniano que es lo que se pretende tanto en la asignatura como en la investigación.

7.2.3 MOMENTO DE REENFOQUE

En este momento se aplicó un instrumento final con el objetivo de determinar el modelo explicativo y el nivel argumentativo que adquirieron los estudiantes luego de la aplicación de la unidad didáctica, igualmente con la comparación de las respuestas dadas por los estudiantes al aplicar los instrumentos inicial y final se pudo determinar la variación que presentaban los estudiantes frente a los niveles argumentativos y a los modelos explicativos iniciales. Se realizó una integración de cada una de las actividades que se llevaron a cabo en los momentos anteriores y en este último momento, con el fin de verificar que los estudiantes tienen ahora el modelo explicativo que se espera para con este se pueda acometer el resto de la asignatura sin inconvenientes y conseguir que con el cambio y la apropiación del modelo newtoniano puedan proseguir con las asignaturas propias de las ciencias básicas de la ingeniería y las de su profesionalización. Igualmente se espera que con las actividades realizadas y con el análisis de los resultados de estas, los estudiantes hayan modificado y elevado su nivel argumentativo ojalá en dos niveles por lo menos, aunque si es solo uno considero exitosa la aplicación del instrumento ya que es algo novedoso en el desarrollo normal de las asignaturas de la ECI, es la primera vez que se hace algo al respecto, siempre el énfasis de las clases ha sido enfocado a la resolución de problemas numéricos y muy poco a observar cómo argumentan los estudiantes.

Figura 9: Diseño Metodológico

DISEÑO METODOLÓGICO

Se escogió un grupo conformado por 8 estudiantes, 5 de sexo femenino y 3 de sexo masculino del Grupo 80 de la asignatura FIME del período 2019-1 de la Escuela Colombiana de Ingeniería.



Fuente: El autor

8 CONTEXTO

La investigación se realizó en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (ECI) ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., La ECI es una Institución de Educación Superior (IES) que posee acreditación de alta calidad y que a nivel de pregrado ofrece 11 programas profesionales, 8 programas de Ingeniería, Economía, Administración de Empresas y Matemáticas.

La investigación se desarrolló utilizando la asignatura Física Mecánica que es una asignatura clasificada en la ECI dentro de las asignaturas del Núcleo de Formación Común por Campo de Conocimiento y es tomada por todos los estudiantes de los programas de Ingeniería y Matemáticas, la asignatura es cursada por estudiantes que pueden estar entre primero y tercer semestre dependiendo del nivel que hayan tenido en las pruebas Saber 11 en el área de Ciencias Naturales al ingresar a la ECI.

La ECI en el período académico 2019-1 tenía aproximadamente 5400 estudiantes matriculados y la asignatura la cursaron 708 estudiantes.

8.1 UNIDAD DE TRABAJO

La investigación se realizó utilizando los estudiantes del Grupo 80 de la asignatura Física Mecánica en el período 2019-1, este grupo está compuesto por 29 estudiantes 12 mujeres y 17 hombres con edades que oscilan entre los 16 y 19 años, para el análisis de resultados los estudiantes fueron codificados del E1 al E29.

El análisis de los resultados de los instrumentos que permitieron evaluar el cambio de modelo explicativo del movimiento y la modificación de los niveles argumentativos se hizo sobre una muestra de 8 estudiantes (27.6% del grupo) que corresponden a los estudiantes que culminaron el proceso en la investigación. La tabla 4 que se presenta a continuación muestra los estudiantes que fueron escogidos para realizar el análisis de los resultados obtenidos, e indica las razones por las cuales se excluyeron algunos estudiantes.

Tabla 4: Selección de estudiantes para análisis de resultados.

CÓDIGO	ACEPTADO	RAZÓN PARA NO ACEPTAR
E1	SI	
E2	NO	No presentó instrumento final y no firmó consentimiento
E3	NO	No contestó 50% preguntas de argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E4	NO	No contestó 50% preguntas de argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E5	NO	Canceló asignatura
E6	NO	No contestó 50% preguntas de argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E7	NO	No contestó 60% preguntas de modelos y 63% preguntas argumentación Instrumento Final
E8	NO	No firmó consentimiento
E9	NO	No contestó 50% preguntas de argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E10	NO	Canceló asignatura
E11	NO	No contestó 50% preguntas argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E12	NO	Canceló asignatura
E13	SI	
E14	NO	No contestó 30% de 10 preguntas de modelos y 63% preguntas de argumentación Instrumento Final
E15	NO	Canceló asignatura
E16	SI	
E17	NO	No contestó 50% preguntas argumentación Instrumentos Inicial y Final.
E18	NO	Canceló asignatura
E19	SI	
E20	NO	No contestó 62,5% preguntas de argumentación Instrumentos Final.
E21	NO	No presentó Instrumento Final
E22	NO	No contestó 60% preguntas de modelos Instrumento Final y 40% preguntas de argumentación
E23	SI	
E24	SI	
E25	SI	
E26	NO	No presentó Instrumento Final
E27	SI	
E28	NO	Problemas de salud le impidieron participar en la investigación.
E29	NO	No presentó Instrumento Final

Fuente: Elaboración propia

8.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

En la presente investigación se pretende identificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos que sobre el concepto de movimiento tienen los estudiantes de Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

La investigación se basa en el análisis de dos categorías: la argumentación y el concepto de movimiento de los cuerpos.

En la argumentación utilizaremos como subcategoría la estructura argumentativa, pero el análisis se hará sobre los indicadores de este que corresponden a los niveles de argumentación de los estudiantes, en la categoría del concepto de movimiento se tomaron 3 modelos explicativos del movimiento que corresponden a las ideas de la física de Aristóteles Modelo Aristotélico (M1), a las explicaciones del movimiento dadas por Galileo Modelo Galileano (M2) y finalmente a la explicación del movimiento dada por Newton a través de sus 3 leyes de la mecánica Modelo Newtoniano (M3).

Se toman los niveles de argumentación citados por (Tamayo, 2012, p. 218), en el que se establecen los 5 niveles argumentativos descritos en la Tabla 1.

Para los modelos explicativos las fuentes utilizadas para su selección y definición son: (Moore, 2004), (Pérez, 2012) (Hewitt, 2007) y (Hetch, 1987).

8.3 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos diseñados para ser aplicados a los estudiantes sobre quienes se desarrolla la investigación son instrumentos de papel y lápiz, por la naturaleza del curso y el tiempo que se dispone para el desarrollo del tema solo se pudieron implementar instrumentos de este tipo.

Los instrumentos de papel y lápiz corresponden a los instrumentos inicial y final, el inicial permitió indagar sobre los modelos explicativos que del concepto de movimiento tienen los estudiantes y ubicarlos en un nivel argumentativo inicial. Con la aplicación del

instrumento final, que es igual al instrumento inicial, se espera verificar el cambio de modelo explicativo de los estudiantes esperando que hayan alcanzado un modelo newtoniano que de paso es uno de los logros de aprendizaje de la asignatura y permite además ver si los estudiantes han modificado su nivel argumentativo frente al observado inicialmente.

Los instrumentos inicial y final contemplan 13 preguntas de las cuales la pregunta 1 no se utiliza en la investigación para determinar modelos explicativos o niveles argumentativos de los estudiantes, esta pregunta sirve para revisar cómo llegan los estudiantes al aula con algunos conceptos que si no se aclaran al inicio del estudio del tema seguramente se van a transformar en obstáculos de aprendizaje sobre las aplicaciones de las Leyes de Newton.

Las preguntas 2 y 3 corresponden a situaciones de la vida real y están diseñadas para evaluar el nivel argumentativo de los estudiantes.

Las preguntas 4 a 13 corresponden a un cuestionario de selección múltiple diseñado por (Moore, 2004) para evaluar el nivel de pensamiento aristotélico del estudiante, las respuestas claramente indican el tipo de modelo explicativo que trae el estudiante ya que de las opciones de respuesta solo una corresponde al modelo newtoniano y entre las demás respuestas se puede determinar si es netamente aristotélico o si ya ha alcanzado un componente galileano dentro de la forma como explica el movimiento. Adicional a la pregunta tal como fue diseñada por el autor, se agregó en las preguntas 4, 7, 10, 11, 12 y 13 un componente para que hubiera una argumentación de la respuesta dada y poder así junto con el análisis del contenido de las respuestas a las preguntas 2 y 3, establecer los niveles argumentativos de los estudiantes al inicio de la investigación.

En el Anexo A se pueden ver cada una de las preguntas que conforman los instrumentos inicial y final aplicadas a los estudiantes.

8.4 UNIDAD DIDÁCTICA

Para hacer la intervención didáctica encaminada a conseguir que los estudiantes cambien el modelo explicativo que tienen del movimiento de los cuerpos y su nivel de argumentación inicial, se implementó una unidad didáctica entendiendo por esta un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada.

De acuerdo con Tamayo y otros, 2011, definen el concepto unidad didáctica partiendo de una toma de distancia del modelo transmisionista por parte del docente y la actitud pasiva de los estudiantes, y en pro de que el alumno acoja un modelo constructivista.

(Tamayo, y otros, 2011) proponen:

“Al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, vemos la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, en la cual se integren aspectos tales como: la historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluyen las TIC y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa, la transformación del conocimiento del pensamiento inicial y final de los docentes y de los estudiantes”.

Este modelo de Unidad Didáctica está conformado entonces por cinco componentes: ideas previas, historia y epistemología de la ciencia, múltiples modos semióticos y TIC, reflexión metacognitiva, y evolución conceptual.

Con la Unidad Didáctica que se propone y se muestra en el Anexo B, se pretende entonces intervenir en el proceso de enseñanza aprendizaje del estudiante para lograr que su modelo explicativo del movimiento de los cuerpos cambie al modelo newtoniano que

como ya se mencionó es el logro de aprendizaje de esta temática dentro de la asignatura, y que de alguna manera cambie su nivel de argumentación luego de aprender cómo es que se hace para argumentar sobre un tema en discusión.

8.5 PLAN DE ANÁLISIS

Para responder al enfoque descriptivo de esta investigación, se realizó un análisis de contenido sobre las respuestas dadas por los estudiantes tanto en el instrumento inicial como en el final y poder así determinar al nivel de argumentación que tenían al inicio de la investigación y al final de la misma luego de aplicar la unidad didáctica.

Tanto en el instrumento inicial como en el final, de acuerdo con la respuesta seleccionada por el estudiante, se pudo clasificar en qué modelo explicativo del concepto de movimiento de los cuerpos estaba el estudiante al inicio y al final de la investigación.

Cabe recordar que los modelos explicativos se refieren exclusivamente a los que corresponden al estudio de la física clásica por lo que en ellos no tienen cabida explicaciones de tipo relativista ni otros correspondientes a la física moderna. Esto no fue inconveniente ya que para la mayoría de los estudiantes que participaron en la investigación, el curso desarrollado a lo largo del semestre era su primer acercamiento a un curso de física universitaria.

Siendo así, y tal como se mencionó anteriormente, se pueden diferenciar 3 modelos explicativos sobre el concepto de movimiento de los cuerpos, el Modelo Aristotélico (M1), el Modelo Galileano (M2) y el modelo Newtoniano (M3).

En los niveles argumentativos se identifican 5 niveles que van del 1 al 5 (de menor a mayor complejidad). Estos niveles corresponden a los indicados por (Tamayo, 2012, p. 218)

En la Tabla 3 se indican los niveles argumentativos y los modelos explicativos con una descripción de los indicadores que permiten clasificar las respuestas de los estudiantes en cada uno de ellos.

El análisis de contenido realizado a partir de las categorías, permitió establecer los datos requeridos para el análisis que se desarrolló a lo largo de la investigación para así dar respuesta a los objetivos propuestos.

8.6 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para el tratamiento y manejo de los datos obtenidos de los estudiantes que participaron en la investigación, se elaboró un documento en el que los estudiantes dan su consentimiento informado para participar en la investigación y para poder utilizar los datos. En el documento se les da información expresa sobre la protección de confidencialidad de los datos y protección de la identidad. De igual forma se les informa sobre el objeto de estudio de la investigación.

El documento de consentimiento informado se incluye en el Anexo G de este informe.

9 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos y el análisis de los niveles argumentativos y los modelos explicativos acerca del concepto de movimiento de los cuerpos identificados en los estudiantes de la asignatura Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería. El trabajo fue dirigido a una población de 29 estudiantes de los cuales finalmente se analizaron 8 estudiantes que fueron seleccionados como unidad de trabajo de acuerdo con los criterios enunciados en el numeral 7.4 de este informe. En el siguiente análisis se describe el estado inicial y final de los estudiantes de la asignatura Física Mecánica de la Escuela Colombiana de Ingeniería, frente a los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto movimiento de los cuerpos a partir de la aplicación de los instrumentos inicial y final.

En el primer momento de la investigación se recolectó información como punto de partida, diagnóstico o ubicación, a través de la aplicación de un instrumento cuyo propósito fue identificar los modelos explicativos iniciales en los estudiantes con respecto al concepto de movimiento de los cuerpos, así como los niveles argumentativos iniciales.

En los Anexos C a F se presentan en tablas las respuestas dadas por los estudiantes tanto en el instrumento inicial como en el instrumento final, en ellas se registra la información para luego ser caracterizada desde los modelos explicativos del concepto de movimiento de los cuerpos de acuerdo con (Pérez, 2012), (Hewitt, 2007) y (Hetch, 1987) utilizando la prueba sugerida por (Moore, 2004) para la determinación de pensamiento aristotélico en los estudiantes; y, desde los niveles argumentativos de acuerdo con la propuesta de (Tamayo, 2012).

Para la determinación del modelo explicativo del movimiento que tiene cada estudiante se aplicó una prueba de selección múltiple propuesta por (Moore, 2004), las preguntas del instrumento que permiten determinar el modelo explicativo del estudiante corresponden a las preguntas 4 a 13 de la prueba aplicada.

Para la clasificación de los estudiantes en los diferentes modelos explicativos se emplea la siguiente tabla de acuerdo con las recomendaciones de (Moore, 2004) para la determinación de pensamiento aristotélico y newtoniano y la propuesta de (Hetch, 1987) y (Hewitt, 2007) para la caracterización galileana del movimiento de los cuerpos.

Tabla 5: Respuestas Instrumento Inicial y Final para determinación de modelos explicativos.

Pregunta	Respuesta esperada según modelo		
	Aristotélico	Galileano	Newtoniano
4	a, d, e, f	c	b
5	b, d, e	c	a
6		a, c d	b
7	a, b, d		c
8		a, c, d	b
9	b, d	a	c
10	b, c, e	d	a
11		b, c	a
12	a, b		c
13	a, d	c	b

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de los niveles argumentativos que tiene cada estudiante se utilizaron las respuestas a las preguntas 2 y 3 en las que se solicitaba al estudiante argumentar la respuesta, y en las preguntas 4, 7, 10, 11, 12 y 13 en las que a la pregunta sugerida por (Moore, 2004), se añadió un componente para que hubiera una argumentación de la respuesta dada y poder así, establecer los niveles argumentativos de los estudiantes al inicio y al final de la investigación.

A continuación, se muestran las convenciones que se utilizaron para sistematizar, analizar e interpretar la información que se recolectó con la aplicación de los instrumentos inicial y final:

E#: Estudiante número, los números corresponderán a la totalidad de estudiantes analizados:

M#: Modelo número, los números van del 1 al 3 para cubrir los tres modelos explicativos utilizados, 1 aristotélico, 2 galileano y 3 newtoniano.

N#: Nivel número, los números van del 1 a 5 para cubrir los cinco niveles argumentativos de acuerdo con la propuesta de Tamayo.

P#: Pregunta número, los números van del 1 al 13 que corresponden a la totalidad de las preguntas del instrumento aplicado para la detección de los niveles de argumentación y los modelos explicativos iniciales.

N/R: No responde

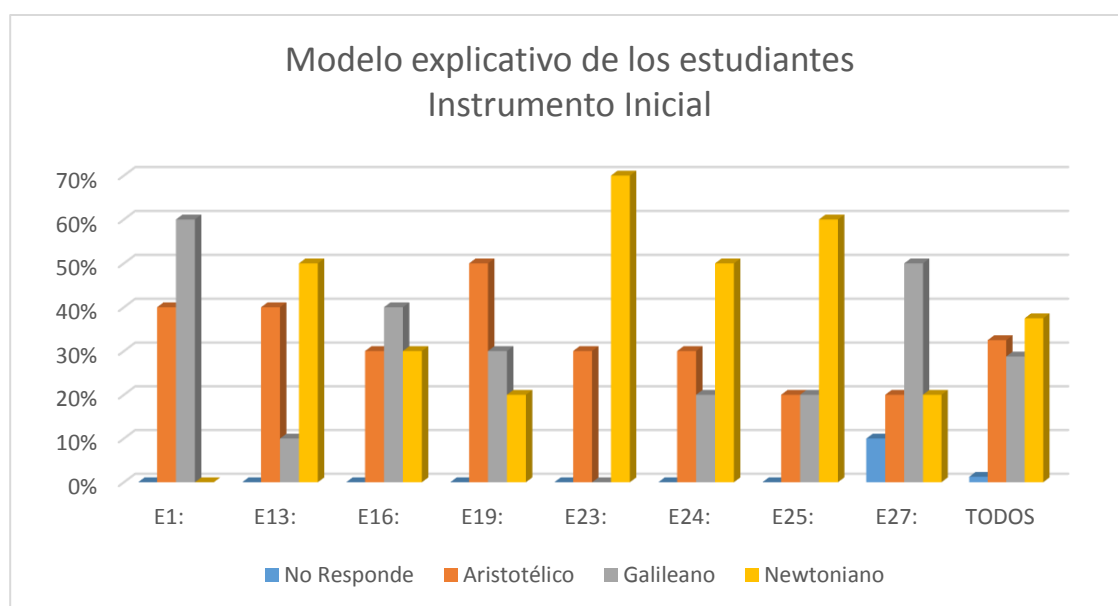
Las respuestas dadas por los estudiantes fueron analizadas para la determinación de los modelos explicativos y para la ubicación de los estudiantes en un nivel argumentativo tanto en el instrumento inicial como en el final, con el fin de evaluar el cambio presentado en cada estudiante para cada categoría.

9.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CATEGORÍA MODELOS EXPLICATIVOS

Comparando las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas del instrumento inicial con las indicadas en la Tabla 5 se pudo elaborar la siguiente gráfica en la que se indica porcentualmente cómo se pueden clasificar los estudiantes según el modelo explicativo que corresponde a cada respuesta.

En la gráfica se indica para cada estudiante la distribución porcentual de las respuestas clasificadas en cada uno de los modelos explicativos propuestos. A manera de ejemplo se tiene para el estudiante E27 que no respondió el 10% de las preguntas, que para el 20% de ellas su respuesta correspondió a un modelo aristotélico, el 50% a un modelo galileano y el 20% al modelo newtoniano.

Gráfica 1: Clasificación por modelos explicativos de las respuestas de los estudiantes en el instrumento inicial.



Fuente: Elaboración propia

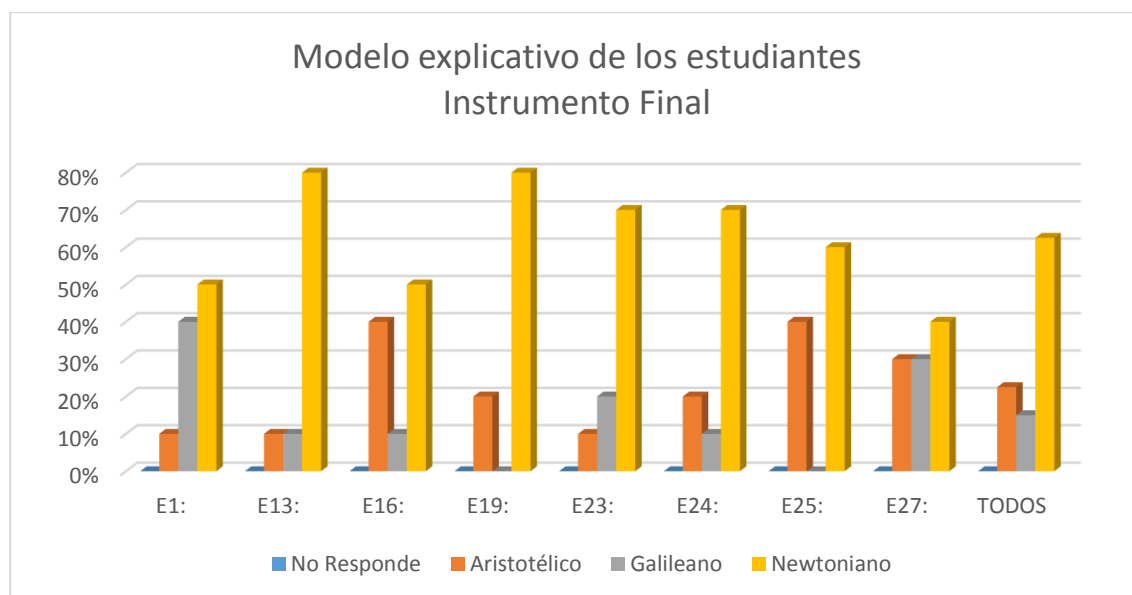
Es claro en la gráfica que los estudiantes E23 y E25 tienen un modelo explicativo del movimiento de los cuerpos predominantemente newtoniano al alcanzar un nivel de respuestas dentro de este modelo del 70% y 60% respectivamente.

Los demás estudiantes participantes tienen modelos explicativos distribuidos entre aristotélicos y newtonianos predominando el aristotélico ya que sin tener en cuenta las respuestas de los estudiantes E23 y E25 el promedio de respuestas que se clasifican en modelo aristotélico es del 37%, en modelo galileano 35% y en modelo newtoniano el 28%.

Estos resultados son congruentes con la experiencia que se tiene al dictar durante más de 10 años la asignatura donde se conoce que los estudiantes ingresan al curso con un nivel de pensamiento aristotélico muy elevado y es precisamente uno de los objetivos de aprendizaje de la asignatura que al egresar de ella haya adquirido pensamiento newtoniano para explicar el movimiento de los cuerpos.

Al efectuar el mismo procedimiento con el Instrumento Final practicada a los estudiantes se obtuvieron los resultados que se indican en la siguiente gráfica:

Gráfica 2: Clasificación por modelos explicativos de las respuestas de los estudiantes en el instrumento final.

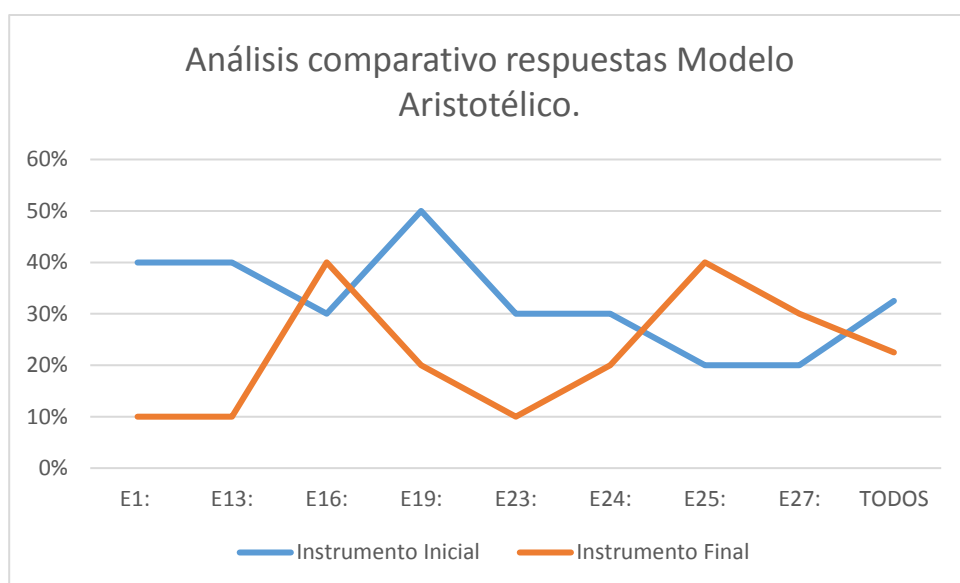


Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica se puede apreciar una tendencia marcada de cambio de los estudiantes hacia el modelo newtoniano, para poder comparar con el instrumento inicial se observa que el promedio de respuestas clasificadas dentro del modelo aristotélico descendió al 23%, dentro del modelo galileano desciende también al 15% mientras que los estudiantes que se clasificaron en el modelo newtoniano subieron del 34% al 63% en el Instrumento Final.

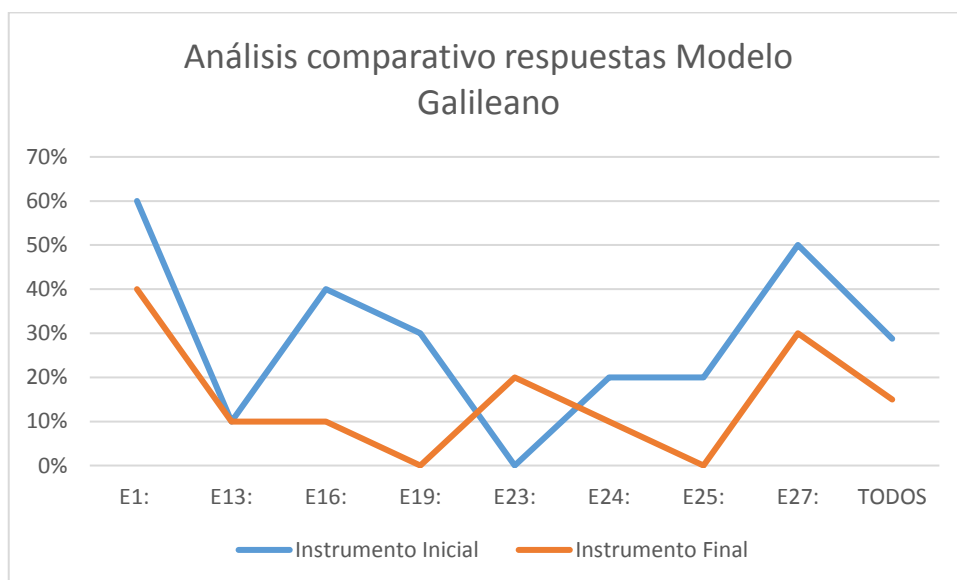
Con el fin de observar los cambios puntuales de cada estudiante en cuanto a la categoría de modelos explicativos del movimiento de los cuerpos, se presenta a continuación 3 gráficas en las que se indican porcentualmente para cada modelo la cantidad de respuestas dadas por los estudiantes en cada uno de ellos, en estas gráficas se indica la variación en cuanto a la identificación del modelo explicativo del movimiento de los cuerpos de cada estudiante al comparar los resultados del instrumento inicial con los resultados del instrumento final.

Gráfica 3: Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo aristotélico por cada estudiante



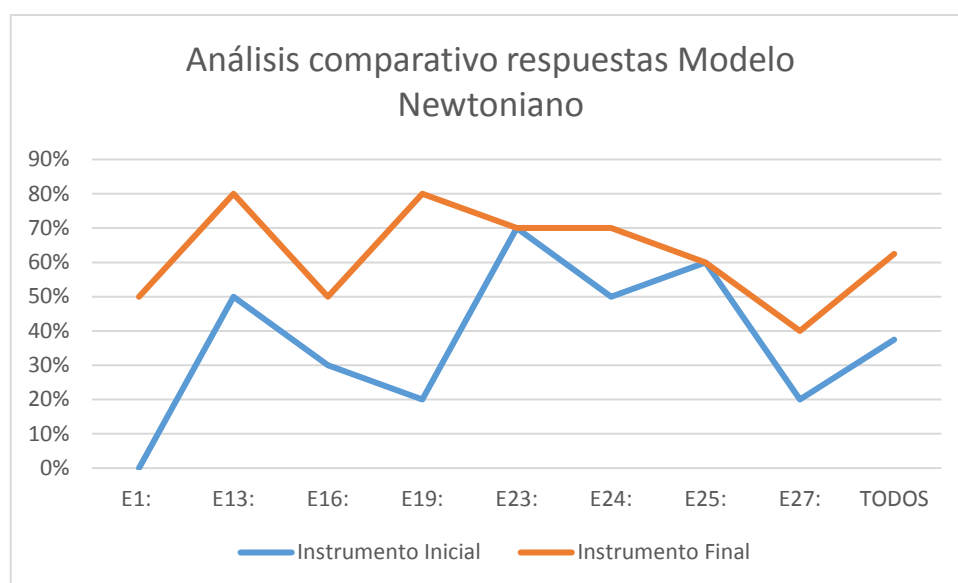
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4: Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo galileano por cada estudiante



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5: Porcentaje de respuestas clasificadas en modelo newtoniano por cada estudiante

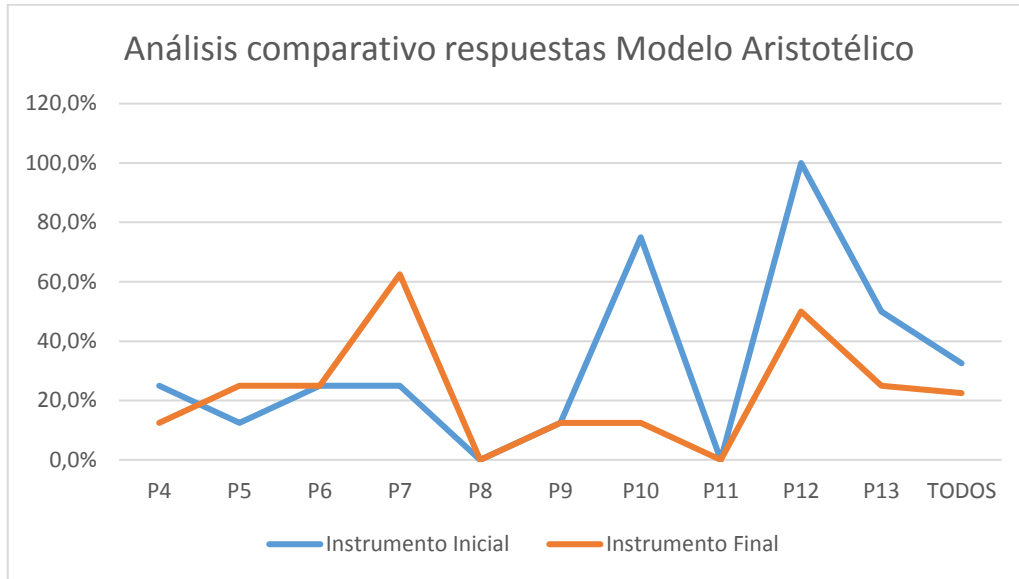


Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 5 se puede apreciar el cambio de los estudiantes al pasar de los modelos explicativos aristotélico y galileano al modelo newtoniano.

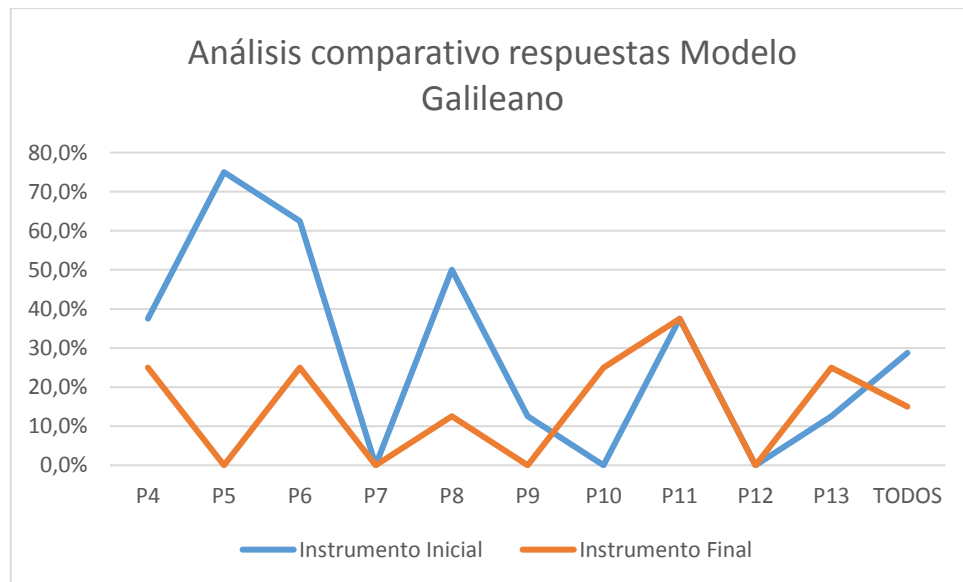
Adicionalmente se realizó un análisis de cada pregunta para determinar a qué modelo explicativo pertenecía cada respuesta, los resultados de este análisis se resumen en las siguientes gráficas en las que se compara el porcentaje de estudiantes que respondieron cada pregunta según un modelo explicativo específico, en las gráficas se puede ver la comparación entre el instrumento inicial y el final para ver el progreso de los estudiantes en cada uno de los temas analizados, de acuerdo con las condiciones de la prueba aplicada según (Moore, 2004).

Gráfica 6: Porcentaje de estudiantes del modelo aristotélico por pregunta.



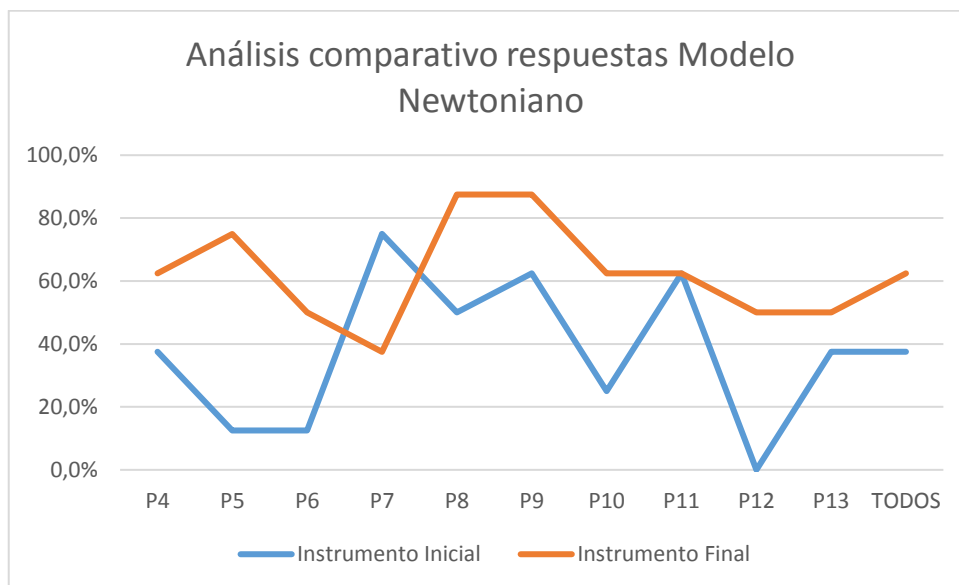
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7: Porcentaje de estudiantes del modelo galileano por pregunta.



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8: Porcentaje de estudiantes del modelo newtoniano por pregunta



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 8 se puede apreciar como en todas las preguntas se ve un aumento significativo en el porcentaje de respuestas dadas en el modelo newtoniano por los estudiantes al comparar los resultados iniciales y finales. Con excepción de la pregunta 11 que mantuvo un 62,5% de respuestas de los estudiantes en el modelo newtoniano tanto en el instrumento inicial como en el final, y la pregunta 7 en la que se observa un descenso en la cantidad de respuestas dentro del modelo newtoniano del 75,0% al 37,5%. En esta última pregunta que indaga sobre la aplicación de la Ley de Acción y Reacción (3 Ley de Newton) se ha observado a través de la experiencia que a los estudiantes les es difícil desligar el concepto de la interacción interna de los cuerpos del peso de los mismos, hay un obstáculo grande de aprendizaje al no tener claramente diferenciados los conceptos de masa y peso.

Este avance significativo de los estudiantes al alcanzar un modelo explicativo del movimiento de los cuerpos basado en la aplicación de las Leyes del Movimiento de Newton, indican que el curso consiguió uno de los logros de aprendizaje definidos en los

contenidos curriculares de la asignatura mostrando así la efectividad de la unidad didáctica aplicada.

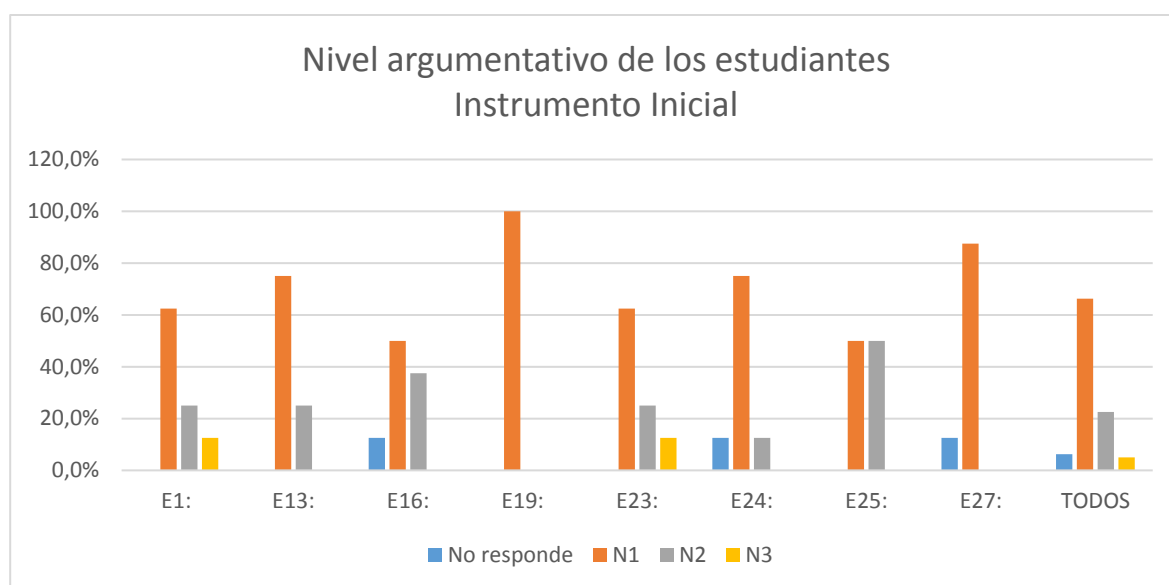
9.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CATEGORÍA NIVELES ARGUMENTATIVOS

Para la determinación del nivel de argumentación en que se encuentra cada estudiante tanto al inicio de la unidad didáctica como después de la aplicación de esta, se utilizaron los niveles argumentativos descritos por (Tamayo, 2012, p. 218), en el que se establecen 5 niveles argumentativos así:

1. Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
2. Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
3. Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
4. Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
5. Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

En el siguiente gráfico se indica para cada estudiante la distribución porcentual de las respuestas clasificadas en cada uno de los niveles argumentativos propuestos. A manera de ejemplo se tiene para el estudiante E16 que no respondió el 12.5% de las preguntas, que para el 50% de ellas su respuesta correspondió a un Nivel 1 (N1) de argumentación y el 37,5% a un Nivel 2 (N2) de argumentación.

Gráfica 9: Clasificación por Niveles de Argumentación de las respuestas de los estudiantes en Instrumento Inicial



Fuente: Elaboración propia

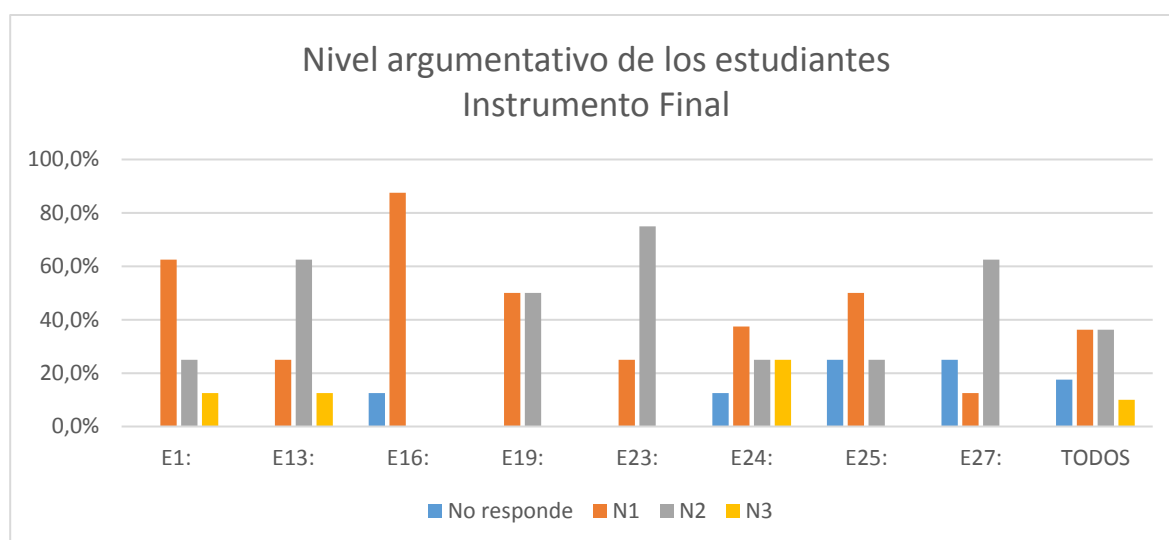
En la gráfica se puede evidenciar que la tendencia encontrada en el instrumento inicial corresponde a tener un Nivel 1 de argumentación, es decir que sus respuestas se basan principalmente en una simple descripción de los hechos que toman de los datos suministrados en las preguntas.

Así como se expresó al analizar los modelos explicativos en los que se esperaba una tendencia aristotélica, con respecto a los niveles se comprueba el bajo nivel argumentativo que tiene los estudiantes al ingresar al curso y se comprueba así la tesis que se mencionó al formular el problema que trataría la investigación.

Con los datos obtenidos de la gráfica se puede establecer que en el instrumento inicial el 66,3% de los estudiantes tienen en sus respuestas nivel argumentativo 1 (N1), el 22,5% de estos, nivel argumentativo 2 (N2) y el 5,0% de ellos nivel de argumentación 3 (N3), la diferencia al 100% corresponde a estudiantes que no contestaron alguna pregunta.

Al efectuar el mismo procedimiento con el instrumento final aplicado a los estudiantes se obtuvieron los resultados que se indican en la siguiente gráfica:

Gráfica 10: Clasificación por niveles de argumentación de las respuestas de los estudiantes en el instrumento final

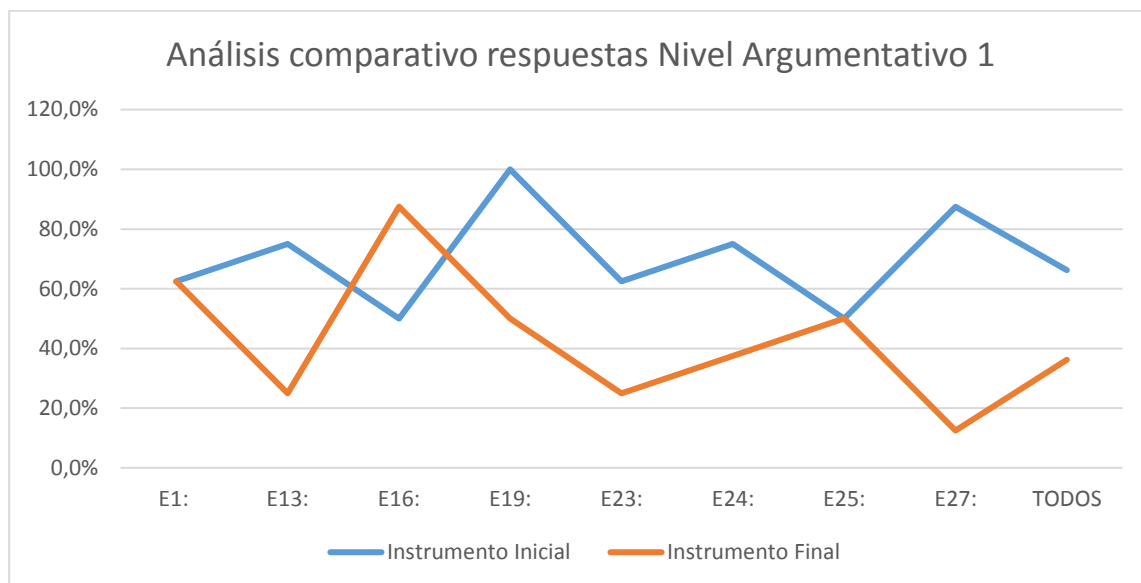


Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar claramente la tendencia de los estudiantes al haber cambiado su nivel argumentativo ya que quienes estaban clasificados en Nivel 1 disminuyeron al 36,3% de los estudiantes participantes, los estudiantes inicialmente clasificados en Nivel 2 subieron al 36,3% y los clasificados en Nivel 3 subieron al 10%. Este resultado es significativo ya que, aunque la muestra sobre la que se trabajó es pequeña, de tan solo 8 estudiantes, el resultado tiene gran valor si se tiene en cuenta que en la ECI es la primera vez que se hace un trabajo destinado a evaluar y mejorar el nivel de argumentación de los estudiantes en una clase de física, sin embargo, a pesar del resultado es necesario continuar esta línea de trabajo ya que no fue posible observar que algún estudiante hubiera contestado una pregunta con cualificadores que permitieran clasificarlo en un nivel superior a 3

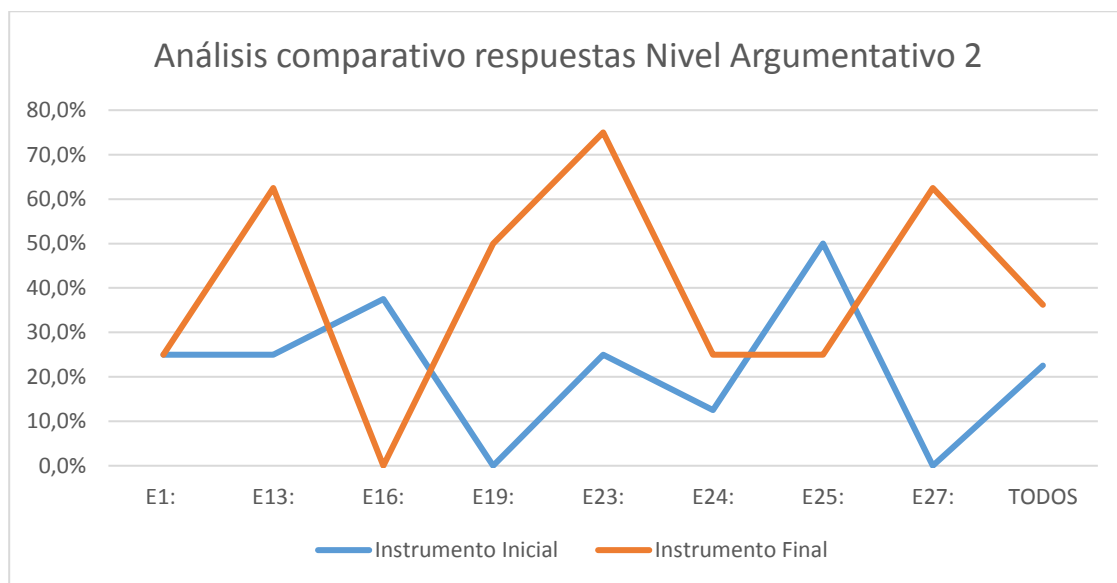
Con el fin de apreciar más claramente el cambio de nivel argumentativo alcanzado con la aplicación de la unidad didáctica, se presentan en las siguientes gráficas el cambio alcanzado por cada estudiante en cada uno de los niveles argumentativos tratados

Gráfica 11: Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 1 por estudiante



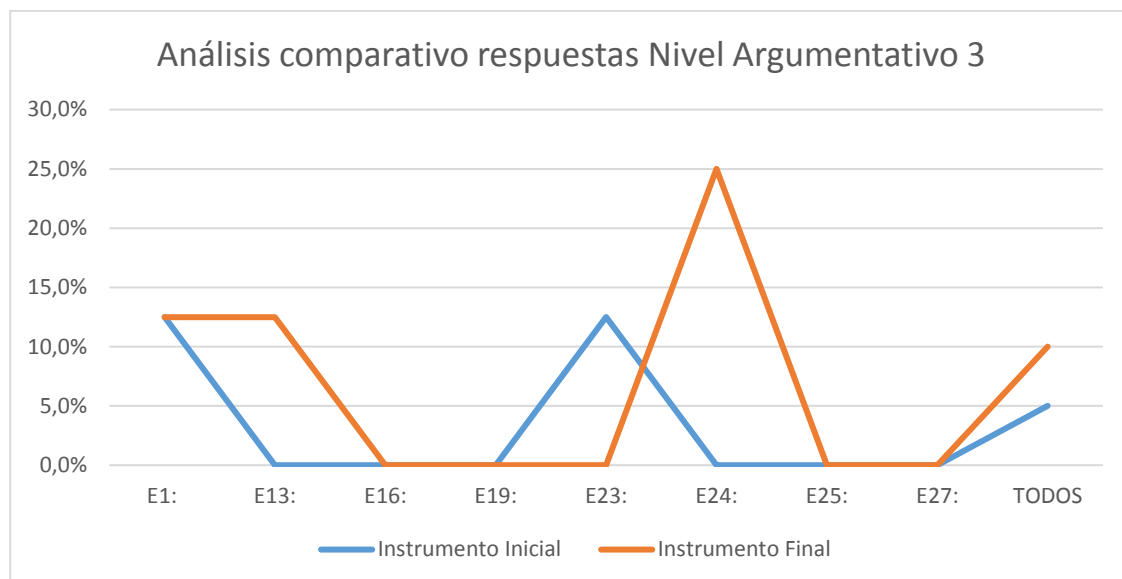
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 12: Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 2 por estudiante



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 13: Porcentaje de respuestas en el nivel argumentativo 3 de por estudiante



Fuente: Elaboración propia

9.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS IDENTIFICADOS EN LOS INSTRUMENTOS INICIAL Y FINAL

Del análisis del discurso efectuado sobre las respuestas argumentativas de cada uno de los estudiantes se adoptaron las siguientes convenciones:

Texto escrito en color verde: corresponde a la parte de la respuesta del estudiante que se ha considerado como dato.

Texto escrito en color rojo: corresponde a la parte de la respuesta del estudiante que se ha considerado como conclusiones.

Texto escrito en color azul: corresponde a la parte de la respuesta del estudiante que se ha considerado como justificación.

NR: corresponde a no responde.

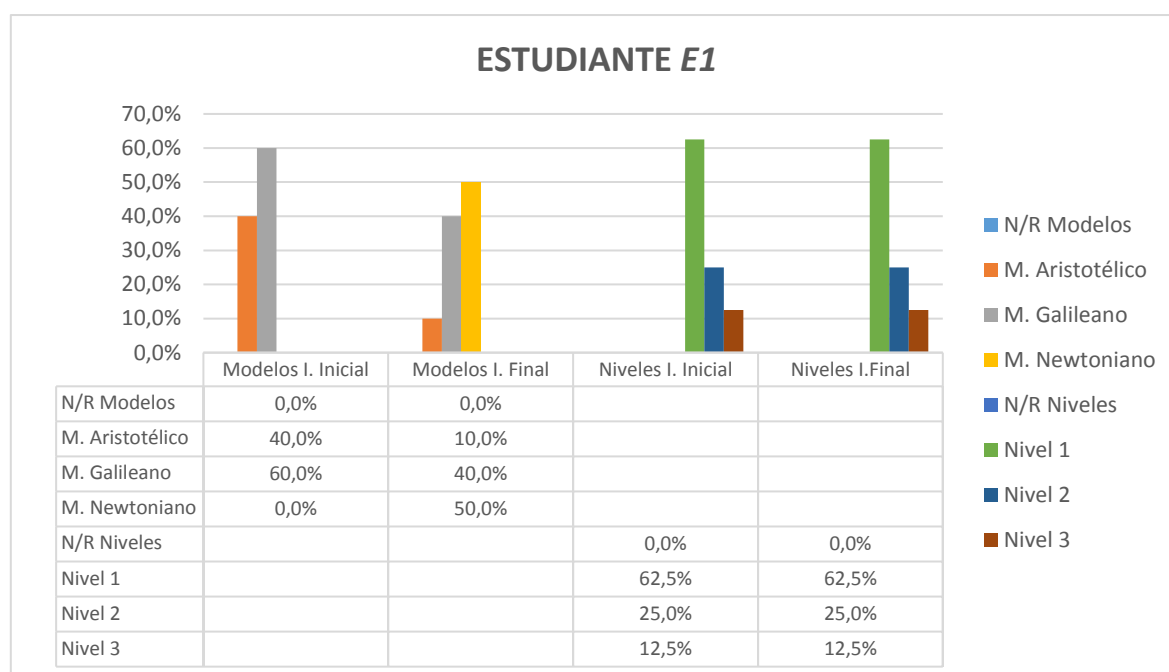
En los siguientes apartados se muestran los cambios que en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos presentaron cada uno de los estudiantes al

comparar los resultados obtenidos en el instrumento inicial con los del instrumento final, se aclara que el análisis de contenido de las respuestas de los estudiantes efectuado se efectuó en forma paralela antes y después de la intervención. Igualmente se presentan a manera de ejemplo el análisis efectuado a algunas de las respuestas dadas por los estudiantes. El análisis completo de las repuestas se muestra en los Anexos C a F de este informe.

9.3.1 Estudiante E1

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al estudiante E1 así:

Gráfica 14: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E1



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica se puede apreciar el cambio del modelo explicativo del estudiante E1 cuando pasa de no tener ninguna respuesta en el modelo newtoniano en el instrumento inicial a tener un 50% de sus respuestas en este modelo, igualmente la reducción de sus respuestas clasificadas en el instrumento inicial en el modelo aristotélico es notoria, cuando reduce éstas del 40% al 10%, esto se evidencia, a manera de ejemplo, en respuestas dadas a las preguntas 8 y 12, así:

P8 instrumento inicial: selecciona como opción que la trayectoria del móvil antes de golpear el suelo sigue una dirección curva, esto evidencia que no hay claridad en el concepto de la inercia al considerar que existe una fuerza remanente que continúa actuando, desviando así a trayectoria del cuerpo. Este es un pensamiento tipificado por (Moore, 2004) como una forma típica de pensamiento aristotélico.

P8 instrumento final: el estudiante selecciona la opción de que al soltarse y antes de caer al suelo el cuerpo conserva su momento lineal lo que lo lleva a moverse en línea recta con rapidez constante reconociendo así la primera Ley de Newton por lo que en este aspecto el estudiante ha modificado su modelo explicativo del movimiento al modelo newtoniano de acuerdo con lo que exponen (Hetch, 1987) y (Moore, 2004), alcanzando así el logro de aprendizaje buscado en el curso.

P12 Instrumento inicial: el estudiante selecciona una opción en la que no tiene claridad de que para que un cuerpo se mueva basta con superar la fuerza que se oponga al movimiento y en este caso cuando no hay fricción, no existe nada que se oponga y cualquier fuerza puede mover el cuerpo, piensa que el peso se está oponiendo, esto según (Moore, 2004), nuevamente es típico de un pensamiento Aristotélico.

P12 Instrumento final: el estudiante selecciona la opción de que cualquier fuerza puede mover el cuerpo entendiendo así que un cuerpo conserva su momento lineal hasta que una interacción no actúe sobre él, este pensamiento de acuerdo con (Hewitt, 2007) indica comprensión de la 2 Ley de Newton por lo que se clasifica en un modelo newtoniano..

En cuanto a los niveles argumentativos del estudiante se aprecia que no hay ninguna variación de estos de acuerdo con las respuestas dadas tanto en el instrumento inicial como en el final. Se trata de un estudiante cuya tendencia es pertenecer al Nivel 1 de argumentación de acuerdo con las respuestas suministradas, es decir de acuerdo con los niveles argumentativos descritos por (Tamayo, 2012, pág. 218) el estudiante en la mayoría de sus respuestas comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia, hace una relación de los datos y prácticamente en sus respuestas toma lo que

manifiesta la pregunta, nuevamente a manera de ejemplo esto se puede evidenciar en las respuestas dadas por el estudiante a las preguntas 7 y 10 así:

P7 Instrumento inicial: “d. Para es mayor porque la masa del camión es mucho mas que la del carro pequeño.”.

P7 Instrumento final: “En mi opinión es la D porque, El camión tiene mayor masa lo cual el auto va a tener mayor fuerza.”.

P10 Instrumento inicial: “b. En mi opinión es la B porque cuando llego al suelo ya estoy en reposo por el efecto de la gravedad . Además el suelo actuaría como un freno”

P10 Instrumento final: “En mi opinión es la D porque, Debido a la fricción de aire y además la fuerzas que te ejerce la gravedad sobre ti causara que te detengas cuando llegues al suelo.”.

Para este estudiante se revisan las respuestas a la pregunta 3 ya que en ella su nivel de argumentación cambia del 1 al 2 así:

P3 Instrumento inicial: “Para mi seria el acelerador y el freno porque el acelerador de un carro es positivo pero si se le oprime el freno seria una aceleración negativa.”.

P3 Instrumento final: En mi opinión son el acelerador el freno y el timón porque 1 el acelerador afecta la velocidad directamente, el freno lo afecta “negativamente la aeele velocidad” y por último el timón porque cambia la dirección de la velocidad.”.

En este caso en el instrumento inicial el estudiante se limita a responder describiendo los datos de la pregunta mientras que en el instrumento final además de los datos indica como conclusiones los motivos por los que los tres instrumentos producen aceleración,

De otro lado en la pregunta 12 de los instrumentos, el estudiante responde de manera que el nivel de argumentativo observado en la pregunta cambia de Nivel 1 a Nivel 3 al comparar los dos instrumentos así:

P12 Instrumento inicial: “a. logicamente **tiene que ser mayor que el peso del vagon para que esto cause que se pueda mover** entonces con esta respuesta para es la A y la B . Ademas la B deve superar la inersia que ejerce.”.

P12 Instrumento final: “En mi opinión es la c porque, **con cualquier magnitud se podía mover el vagon** porque **1 esta sobre una rueda y segundo no existe fricción** por este motivo **con cualquier empujón se moverá.**”.

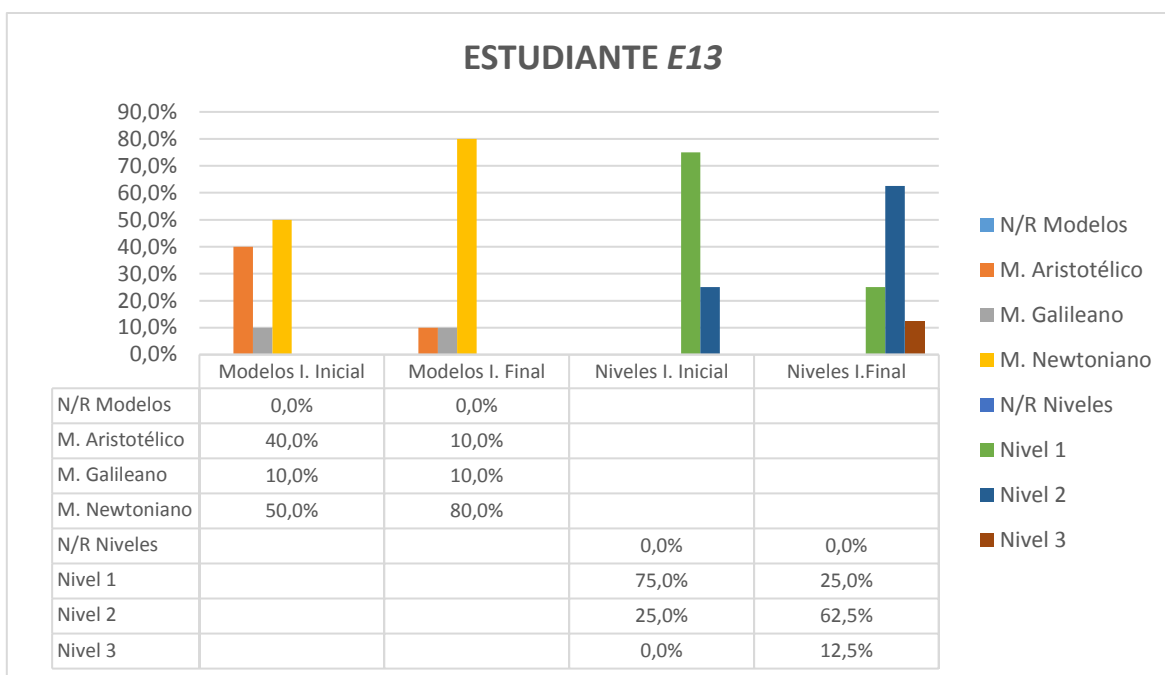
En esta pregunta en el instrumento final, el estudiante agrega al dato que suministra la pregunta la conclusión de que cualquier empujón moverá el vagón y lo justifica indicando la ausencia de la fricción.

Se hace de nuevo la aclaración que en este análisis de las respuestas del estudiante E1 y en los que se hacen a continuación para los demás estudiantes solo se han seleccionado algunas de las respuestas que los estudiantes participantes suministraron y que fueron consideradas representativas, la totalidad de las respuestas con su análisis e identificación de acuerdo con la convención de colores indicada se pueden verse en los Anexos C a F de este informe, en estos se muestran las respuestas y la clasificación que se dio con respecto a los modelos explicativos y a los niveles de argumentación para cada respuesta.

9.3.2 *Estudiante E13*

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E13, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 15: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E13



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, el estudiante E13 presenta un cambio del modelo explicativo del movimiento a un modelo newtoniano en el 80% de sus respuestas pasando de un 50% en el instrumento Inicial a un 80% en el instrumento Final de respuestas encuadradas en una explicación newtoniana del movimiento de los cuerpos. Igualmente, el porcentaje de respuestas enmarcadas en el modelo aristotélico se reducen del 40% al 10% entre los dos instrumentos. Como ejemplo de este cambio se indican a continuación las respuestas dadas a las preguntas 10 y 13 así:

P10 Instrumento inicial: El estudiante reconoce como causa de movimiento una fuerza de contacto que desaparece por el empuje que hace el suelo que termina deteniéndolo llegando entonces a su posición natural, de acuerdo con (Pérez, 2012) este pensamiento es típicamente aristotélico.

P10 Instrumento final: reconoce el empuje que hace el suelo hacia arriba demostrando comprensión de la tercera Ley de Newton de Acción y Reacción siendo este

empuje el que finalmente detiene el cuerpo. De esta forma hay evidencia de paso a una explicación newtoniana del movimiento.

P13 Instrumento inicial: al responder que el cuerpo se detiene inmediatamente toma una postura aristotélica en la que se supone que para que haya movimiento debe existir la acción de una fuerza de contacto que lo permita, postura que según (Moore, 2004) es típicamente aristotélica.

P13 Instrumento final: el estudiante responde que el cuerpo inmediatamente comienza a detenerse con lo que reconoce el principio newtoniano de que el movimiento se produce por la acción de fuerzas externas y reconoce esta fuerza en la fricción.

La respuesta dada a la pregunta 6 por este estudiante fue la única que en el instrumento final mantuvo el modelo aristotélico y en ambos instrumentos el estudiante responde que el móvil sigue la dirección de la fuerza aplicada hacia el oriente sin tener en cuenta que este traía un momento lineal con dirección norte, respondiendo así piensa que el movimiento se da por la acción de una fuerza de contacto.

El análisis de los niveles argumentativos del estudiante E13 indica que la tendencia de éste en el instrumento inicial corresponde al nivel 1 de argumentación mientras que cambia a una tendencia en nivel 2 al realizar el instrumento final luego de la aplicación de la unidad didáctica, el estudiante en el instrumento inicial tiene el 75% de sus respuestas en nivel 1 y baja este nivel al 25% de sus respuestas. Esta disminución se ve reflejada en un incremento del 25 % al 62,5% de respuestas en nivel 2 y del 0% al 12,5% de respuestas en nivel 3 de argumentación.

En las respuestas clasificadas en nivel 1 de acuerdo con (Tamayo, 2012), el estudiante se limita prácticamente a transcribir en su argumento una parte de la pregunta.

A manera de ejemplo las siguientes respuestas dadas por el estudiante E13 ilustran su forma de argumentar:

P12 Instrumento inicial: “a. La fuerza debe ser mayor para mover inicialmente el vagón”.

P12 Instrumento final: “Ya que no existe ninguna fuerza en x que contrarreste una fuerza de cualquier magnitud que yo ejerza.”.

P4 Instrumento inicial: “b. La fricción constantemente frena la bicicleta, cuando el ciclista deja de pedalear, la fricción de la bicicleta es constante en todos sus puntos, ocasionando que la bicicleta frené con el paso del tiempo.”.

P4 Instrumento final: “La fricción detendrá la bicicleta ya que va en dirección contraria al desplazamiento.”. En esta pregunta el estudiante además de reconocer los datos genera una conclusión con lo que la pregunta en los dos instrumentos es clasificada en nivel 2, adicionalmente se identifica el uso de conectores que dan coherencia al texto “además” en el instrumento inicial y “ya que” en el final.

P7 Instrumento inicial: “c. Pienso que ejercen la misma fuerza, ya que el camion ocasiona que se detenga el auto, sin embargo el carro no mueve al camión”.

P7 Instrumento final: “1) Por la ley de acción y reacción, el camión deberá ejercer cierta fuerza sobre el auto. 2) Teniendo en cuenta que el auto no haya movido el camión, sino en el momento de colisionar se detenga, la fuerza debe ser igual para lograr que el auto no empuje el camión, ni que el camión haga que el auto se devuelva.”. En esta pregunta el estudiante pasa de identificar los datos en el instrumento inicial que clasifica la respuesta en nivel 1 a dar una conclusión que permite clasificar la respuesta en nivel 2 en el instrumento final

P10 Instrumento inicial: “e. Descarto las opciones b, c y d y no considero que el suelo empuja hacia arriba mis pies, porque la gravedad ocasiona que sea hacia abajo”.

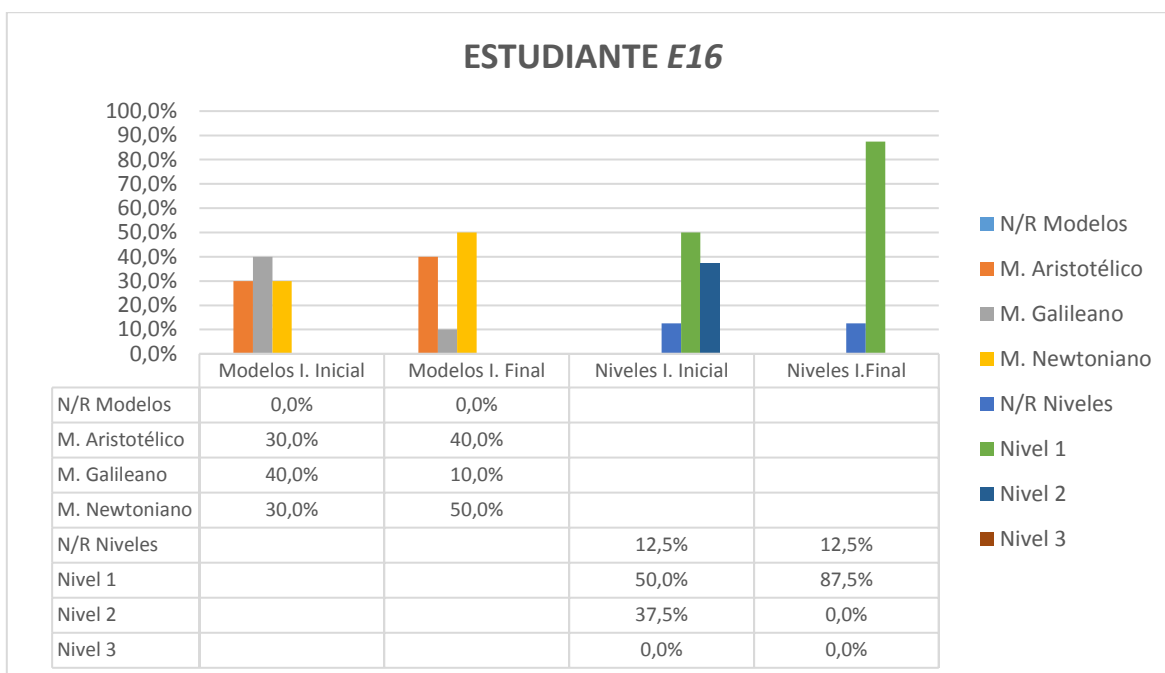
P10 Instrumento final: “El suelo empuja hacia arriba y mis pies empujan el suelo, por acción-reacción, esto hace que la sumatoria de fuerzas sea igual a cero (misma magnitud en dirección contraria), lo que hace que me detenga.”. En esta pregunta el

estudiante cambia de un nivel 1 de argumentación en el instrumento inicial ya que se limita a transcribir los datos de la pregunta, a un nivel 3 en el instrumento final cuando además de identificar los datos da una conclusión y una justificación a su respuesta que es bastante coherente.

9.3.3 Estudiante E16

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E16, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 16: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E16



Fuente: Elaboración propia

En este estudiante, E16, se puede apreciar que el modelo newtoniano con que explica el movimiento se incrementa del 30% al 50% de sus respuestas, sin embargo, es notorio como en el instrumento inicial tenía un 40% de respuestas clasificadas en un modelo galileano que se reducen a un 10%, esta reducción se traslada en parte al

incremento en el modelo newtoniano, pero el modelo aristotélico también se modifica del 30% al 40% entre los instrumentos aplicados. Estos cambios se pueden evidenciar en las respuestas dadas a las siguientes preguntas que se toman como ejemplo.

P10 Instrumento inicial: La posición del estudiante en esta pregunta es totalmente Aristotélica al seleccionar una respuesta que indica que existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto de acuerdo con (Moore, 2004).

P10 Instrumento final: El estudiante selecciona como opción de respuesta la que indica que el suelo empuja hacia arriba los pies reconociendo de esta forma la Ley de Acción y Reacción de Newton según (Hetch, 1987) y (Hewitt, 2007), pasando así de un modelo aristotélico al modelo Newtoniano.

P11 Instrumento inicial: con la opción de respuesta seleccionada el estudiante involucra el marco de referencia, pero afecta el movimiento de la piedra con la rotación terrestre, de acuerdo con (Pérez García, 2012) esto permite clasificar la respuesta dentro del modelo galileano.

P11 Instrumento final: con la respuesta seleccionada el estudiante reconoce que la piedra mantiene el movimiento de la camioneta combinándolo con la caída del cuerpo con lo que reconoce la inercia explicada en la primera Ley de Newton, de esta manera el estudiante en esta pregunta pasa de un modelo galileano a un modelo newtoniano.

P5 Instrumento inicial: en su respuesta el estudiante reconoce la acción de la gravedad y trata de involucrar un marco de referencia dando una concepción galileana del movimiento según (Pérez, 2012).

P5 Instrumento final: en su respuesta el estudiante reconoce la acción de la gravedad, pero asume la existencia de una fuerza ascendente presente cuando el cuerpo sube hasta alcanzar la altura máxima, esta postura indica que solo reconoce que el movimiento existe por acción de una fuerza de contacto actuante, con estas respuestas la

clasificación del estudiante en esta pregunta es pasar de un modelo galileano a un modelo aristotélico del movimiento de los cuerpos.

Para este estudiante en cuanto a los niveles de argumentación se puede apreciar en la gráfica anterior que las respuestas clasificadas en nivel 1 se incrementan de 50% en el instrumento inicial a 87,5% en el instrumento final, este incremento se obtiene de la disminución del 37,0% a 0% de las respuestas que tenían nivel 2 en el instrumento inicial frente al final. En cada uno de los instrumentos el estudiante no contesta el 12,5% de las preguntas, de acuerdo con estas cifras la tendencia del estudiante es tener nivel 1 de argumentación en los dos instrumentos. Algunas de las respuestas dadas por el estudiante, analizadas de acuerdo con lo expuesto por (Tamayo, 2012), son:

P11 Instrumentos inicial y final: esta pregunta no fue respondida por el estudiante en ninguno de los instrumentos.

P4 Instrumento inicial: “b. La fricción es una magnitud externa la cual toma parte de la velocidad con la que va la bicicleta, es decir son opuestas”.

P4 Instrumento final: “El ciclista llega al reposo porque hay una fuerza de fricción contraria al movimiento que hace que el ciclista en determinado tiempo tenga $v=0$ ”.

P12 Instrumento inicial: “a. Para que el vagón se mueva se necesita una mayor fuerza que el peso que el tenga, por eso creo que la d no sirve porque si se le aplica una fuerza menor el vagón no se va a mover”.

P12 Instrumento final: “El empuje debe ser mayor que el peso del objeto para que este pueda moverse.”. En estas dos preguntas (P4 y P12) el estudiante se limita a identificar los datos que estaban contenidos en la pregunta quedando entonces clasificadas en nivel 1 de argumentación.

P7 Instrumento inicial: “c. Es igual porque el camión está en reposo y ejerce la misma fuerza que recibe- para cada acción hay una reacción”.

P7 Instrumento final: “La magnitud que ejerce el camion el cero ya que este se encuentra sin velocidad”.

P10 Instrumento inicial: “c. Porque cuando estas sobre el arbol tienes una energia cinetica $E_c=0$ y una $E_p=30m$ a medida que el niño va cayendo su energia cinetica aumenta y su E_p se va volviendo cero”.

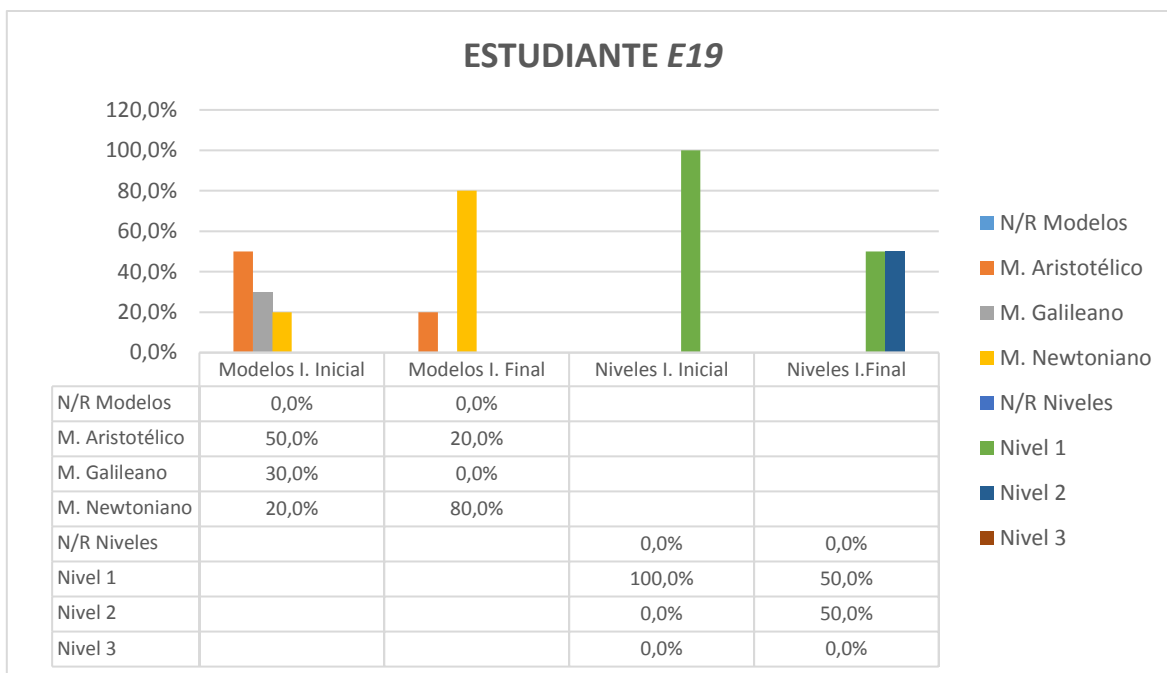
P10 Instrumento final: “El cuerpo tiene un peso dirigido hacia abajo y una fuerza normal opuesta, en cuanto a la tierra ejerce una fuerza de empuje hacia arriba lo que hace que el cuerpo al llegar al suelo sea cero ya que la fuerza ejercida por la tierra es mayor al peso del cuerpo.”.

En las dos últimas preguntas (P7 y P10) el estudiante en el instrumento inicial además de identificar los datos expone una conclusión por lo que las preguntas se clasifican en nivel 2, sin embargo, en el instrumento final solo transcribe los datos por lo que el nivel cambia a nivel 1.

9.3.4 Estudiante E19

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E19, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 17: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E19



Fuente: Elaboración propia

El estudiante E19 presenta un incremento pronunciado en sus respuestas catalogadas en el modelo newtoniano al pasar de un 20% en el instrumento inicial a un 80% en el final reduciendo así las respuestas clasificadas en el modelo aristotélico del 50% al 20% y las clasificadas en el modelo galileano del 30% a 0%. En la gráfica se aprecia que la tendencia del estudiante es estar en el instrumento inicial en el nivel 1 de argumentación, pero en el instrumento final tiene el 50% de sus respuestas en cada uno de los niveles 1 y 2. Estos cambios se pueden evidenciar en las siguientes respuestas que se analizan como ejemplo:

P13 Instrumento inicial: al responder que el cuerpo se detiene inmediatamente toma una postura aristotélica en la que se supone que para que haya movimiento debe existir la acción de una fuerza de contacto que lo permita, postura que de acuerdo con (Moore, 2004) es típicamente aristotélica.

P13 Instrumento final: el estudiante responde que el cuerpo inmediatamente comienza a detenerse con lo que reconoce el principio newtoniano de que el movimiento se produce por la acción de fuerzas externas (Hewitt, 2007) y reconoce esta fuerza en la fricción. Para esta pregunta se presenta entonces un cambio de modelo aristotélico a un modelo newtoniano.

P4 Instrumento inicial: Con la respuesta dada por el estudiante se determina que desconoce que la acción de la fricción solo se da mientras exista movimiento y aunque trata de tener un concepto de inercia no es lo suficientemente claro por lo que de acuerdo con (Pérez, 2012) se puede clasificar en un modelo galileano.

P4 Instrumento final: Con esta respuesta el estudiante reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo y siendo esta la única interacción actuante el móvil terminará por detenerse ya que la dirección de la fricción es contraria a la del desplazamiento, de esta forma ha cambiado su modelo al newtoniano al reconocer la 2 Ley de Newton.

Al analizar las respuestas de acuerdo con lo que exponen (Martínez, 2018) y (Tamayo, 2012), para determinar los niveles argumentativos de este estudiante se puede apreciar que todas las respuestas del instrumento Inicial quedaron clasificadas en nivel 1 de argumentación, en el instrumento final el 50% de las respuestas cambiaron el nivel 2 y las demás permanecieron en el nivel 1 alcanzado en el instrumento inicial, algunas de las respuestas dadas por este estudiante son:

P2 Instrumento inicial: “La **aceleración de la gravedad en la luna es de 1/6 la de la tierra lo que afecta en el peso de cualquier objeto**, esto entonces seria la masa la cual es el peso de Aldrin multiplicado por la aceleracion de la gravedad”.

P2 Instrumento final: “R: El **peso actua como una fuerza de atracción de cada planeta dependiendo de la aceleración de la gravedad, mientras que la masa es mas la cantidad de materia que hay** en un espacio.”.

P10 Instrumento inicial: ““c. Cuando cae al suelo se ejerce una fuerza normal que el impide seguir derecho”.

P10 Instrumento final: “*el suelo hace una fuerza normal contraria al peso que va hacia el centro de la tierra *gracias al peso y la normal la sumatoria de fuerzas es cero”. En estas dos preguntas el estudiante se limita a identificar los datos de la pregunta quedando entonces sus respuestas clasificadas en nivel 1 de argumentación.

P3 Instrumento inicial: “Los tres objetos producen aceleración ya que el acelerador produce una fuerza que genera aceleración, el freno una desaceleración y el timon al girar tambien produce una desaceleración”.

P3 Instrumento final: “R: Son los tres ya que al presionar el acelerador el auto aumenta su velocidad, al frenar disminuye su velocidad y al girar el timon hay un cambio de velocidad por el cambio de dirección junto con que se disminuye la velocidad que lleva.”.

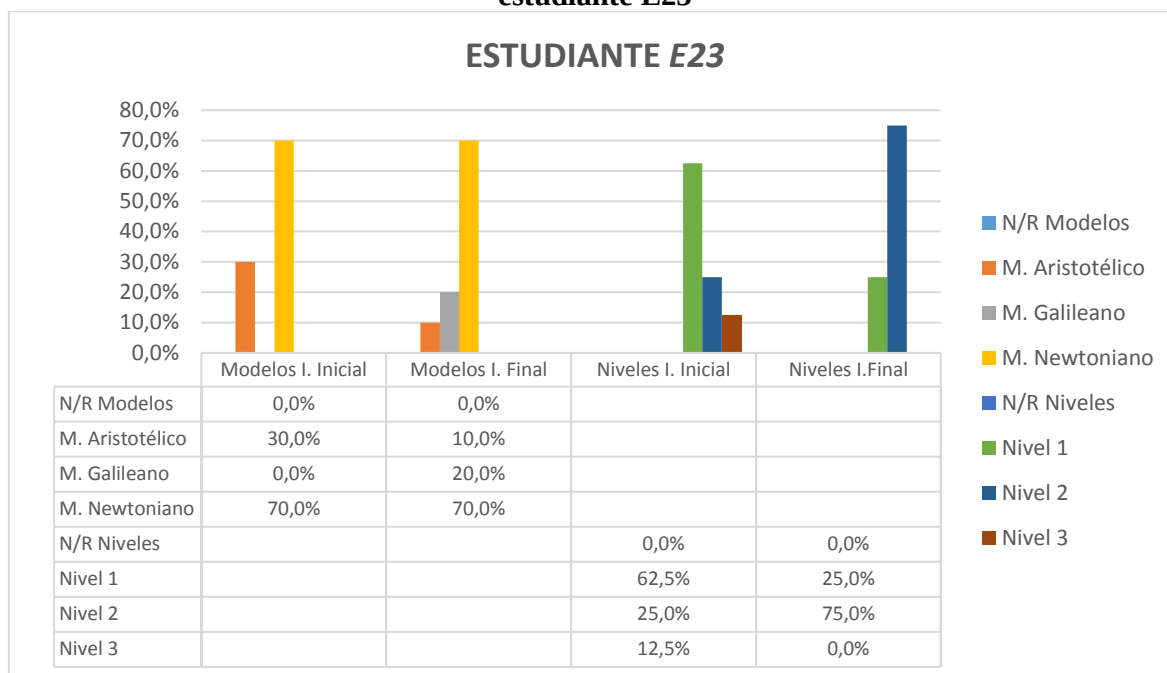
P13 Instrumento inicial: “a. Dependiendo de la masa pero ya que no tiene un medio para continuar con la inercia se detiene de inmediato”.

P13 Instrumento final: “por el momento de la caja continua moviendose y dependiendo de la fricción se detendra casi al instante o un momento despues”. Para estas dos últimas preguntas el estudiante en el instrumento inicial solo identifica los datos mientras que en el instrumento final además de tener los datos muestra una conclusión y en las respuestas se puede apreciar el uso de conectores por lo que en estas preguntas el estudiante sube del nivel 1 de argumentación al nivel 2.

9.3.5 Estudiante E23

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E23, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 18: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E23



Fuente: Elaboración propia

El estudiante E23 mantiene el 70% de sus respuestas enmarcadas en un modelo newtoniano tanto en el instrumento inicial como en el final, muestra una reducción del 30% al 10% de sus respuestas catalogadas dentro del modelo galileano. A manera de ejemplo se indican las respuestas dadas a algunas de las preguntas de los instrumentos.

P5 Instrumento inicial: con la respuesta que el estudiante selecciona deja ver que entiende que hay una necesidad de una fuerza actuante para que exista el movimiento, de acuerdo con (Moore, 2004) y (Hewitt, 2007) este es un pensamiento aristotélico.

P5 Instrumento final: con esta respuesta el estudiante reconoce que es el peso la única interacción que actúa sobre el cuerpo y por ende es esta fuerza la que cambia el Momento Lineal del cuerpo reconociendo así la aplicación de la segunda Ley de Newton, con estas respuestas estudiante en esta pregunta cambia de un modelo aristotélico a un modelo newtoniano.

P9 Instrumento inicial: con esta respuesta el estudiante reconoce la conservación del Momento Lineal que, de acuerdo con (Pérez, 2012) corresponde a un pensamiento aristotélico, si no hay una interacción externa que actúe

P9 Instrumento final: aquí el estudiante piensa que la velocidad cambia porque actúa una fuerza de contacto que la hace cambiar, esta postura es netamente aristotélica (Moore, 2004), y está cambiando el modelo newtoniano que había adoptado en el instrumento inicial.

P7 Instrumento inicial y final: La respuesta del estudiante permite afirmar que reconoce el principio de Acción y Reacción quedando entonces su respuesta clasificada en el modelo newtoniano en los dos instrumentos.

P4 Instrumento inicial: el estudiante toma una posición aristotélica al asumir que el movimiento existe mientras haya una fuerza de contacto (Moore, 2004).

P4 Instrumento final: aunque para el estudiante no es claro que la única fuerza que existe es la fricción, asume una interpretación de la inercia (Pérez, 2012), lo que permite clasificar la respuesta en un modelo galileano

Las respuestas del estudiante E23 que permiten evaluar el nivel argumentativo, presentan una reducción del 62,5% en el instrumento inicial al 25% en el instrumento final para las respuestas clasificadas en el nivel 1 de argumentación, igualmente las respuestas que en el instrumento inicial representaban el 25% en nivel 2 cambiaron al 75% en el instrumento final, de esta manera se puede establecer que este estudiante pasó su tendencia en niveles argumentativos de nivel 1 a nivel 2 al realizar cada uno de los instrumentos.

Algunos ejemplos de sus respuestas analizadas de acuerdo con lo expuesto por (Tamayo, 2012) y (Martínez, 2018) son:

P4 Instrumento inicial: “e. La bicicleta **llega al reposo puesto que sobre esta no se esta ejerciendo una fuerza constantemente, sino que solamente la inicial**, logrará que al final la fuerza de rozamiento para la bicicleta”.

P4 Instrumento final: “La fricción a la larga supera la fuerza que mantiene a la bicicleta en movimiento, debido a que la bicicleta no sigue con esa fuerza inicial y la fricción es opuesta a la dirección de la velocidad por lo cual esta se detiene.”.

P12 Instrumento inicial: “b. Como la fricción es despreciable el peso no cuenta por lo tanto tiene que ser mayor que la inercia”.

P12 Instrumento final: “El empuje puede ser de cualquier magnitud debido a que la fricción no influye”.

En las preguntas P4 y P12 el estudiante en el instrumento inicial solo identifica los datos de la pregunta mientras que en el instrumento final además de los datos presenta conclusiones, por esta razón estas preguntas incrementan su nivel de argumentación del nivel 1 al nivel 2

P11 Instrumento inicial: “a. La piedra todavía tiene la velocidad en la cual iba del camión, por lo tanto esta se mueve hacia la derecha”.

P11 Instrumento final: “La piedra cae un poco a la derecha de mi posición puesto que en ese instante la piedra lleva la velocidad de la camioneta”. En esta pregunta en los dos instrumentos el estudiante además de los datos presenta conclusiones utilizando además conectores “por lo tanto” y “puesto que” razón por la cual en los dos instrumentos la respuesta se clasifica en nivel 2.

P2 Instrumento inicial: “Si hay una diferencia entre el peso y la masa, puesto que el peso es afectado por la gravedad, mientras la masa es una cantidad de materia que tiene un cuerpo que no es afectada por una fuerza de gravedad. Es decir, que el peso en la luna va a ser distinto al peso en la tierra, sin embargo la materia va a ser la misma.”.

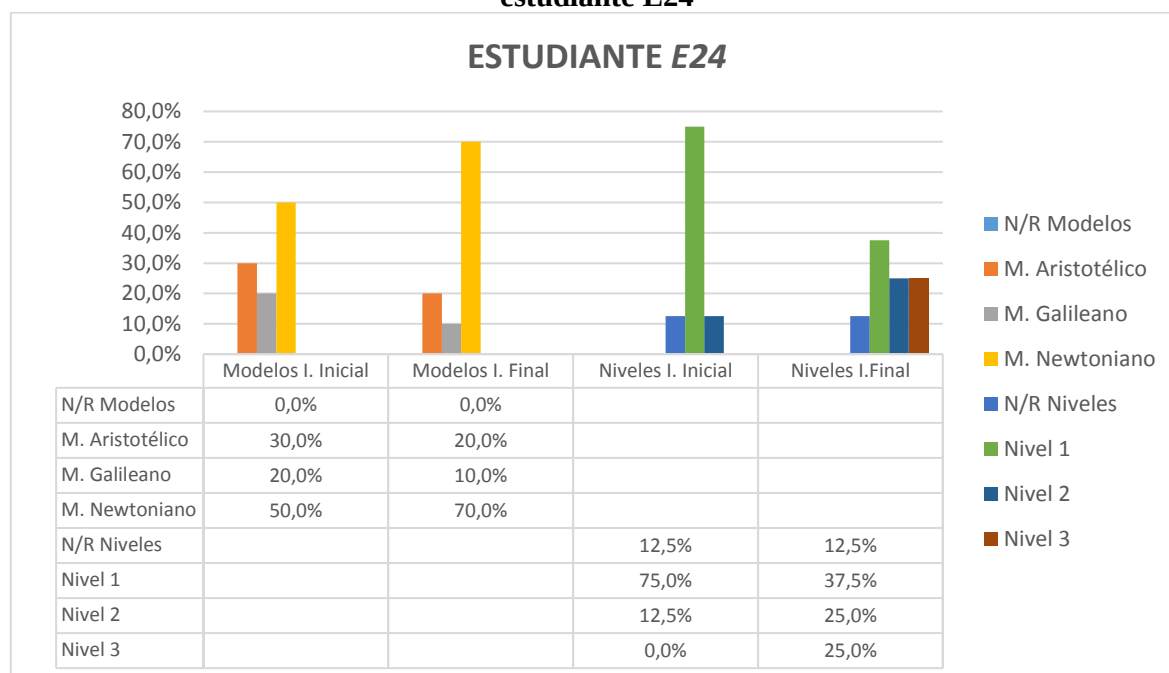
P2 Instrumento final: “La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo por lo tanto va a ser una unidad de tipo escalar, mientras que el peso es una fuerza en la cual influye la gravedad debido a eso esta es una magnitud vectorial.”.

En esta última respuesta el estudiante en el instrumento inicial además de los datos da una conclusión y una justificación por lo que se clasifica en nivel 3, sin embargo, en el instrumento final solo muestra los datos de la pregunta por lo que el nivel de esta respuesta cambia a 1

9.3.6 Estudiante E24

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E24, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 19: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E24



Fuente: Elaboración propia

El estudiante E24 presenta un incremento del 50% al 70% en sus respuestas enmarcadas en el modelo newtoniano del movimiento con una reducción del 30% al 20% en el modelo aristotélico y del 20% al 10% en el modelo galileano, algunos ejemplos de sus respuestas se exponen a continuación:

P10 Instrumento inicial: el estudiante reconoce como causa de movimiento una fuerza de contacto que desaparece por el empuje que hace el suelo que termina deteniéndolo llegando entonces a su posición natural, este pensamiento es típicamente aristotélico según (Moore, 2004).

P10 Instrumento final: reconoce el empuje que hace el suelo hacia arriba demostrando comprensión de la tercera Ley de Newton de Acción y Reacción siendo este empuje el que finalmente detiene el cuerpo. De esta forma hay evidencia de paso a una explicación newtoniana del movimiento de acuerdo con (Hewitt, 2007) y (Hetch, 1987).

P12 Instrumento inicial: el estudiante selecciona una opción en la que no tiene claridad de que para que un cuerpo se mueva basta con superar la fuerza que se oponga al movimiento y en este caso cuando no hay fricción, no existe nada que se oponga y cualquier fuerza puede mover el cuerpo, piensa que el peso se está oponiendo, esto nuevamente es típico de un pensamiento aristotélico de acuerdo con lo expuesto por (Moore, 2004) y (Pérez, 2012).

P12 Instrumento final: el estudiante selecciona la opción de que cualquier fuerza puede mover el cuerpo entendiendo así que un cuerpo conserva su Momento Lineal hasta que una interacción no actúe sobre él mostrando entonces un modelo newtoniano del movimiento ya que muestra comprensión de la 2 Ley de Newton.

P5 Instrumento inicial: en su respuesta el estudiante reconoce la acción de la gravedad y trata de involucrar un marco de referencia.

P5 Instrumento final: con esta respuesta el estudiante reconoce que es el peso la única interacción que actúa sobre el cuerpo y por ende es esta fuerza la que cambia el Momento Lineal del cuerpo reconociendo así la aplicación de la segunda Ley de Newton, con estas respuestas estudiante en esta pregunta cambia de acuerdo con (Moore, 2004), de un modelo aristotélico a un modelo newtoniano.

El estudiante E24 presenta una tendencia en cuanto a niveles argumentativos de nivel 1 con el 75% de sus respuestas en el instrumento inicial, este porcentaje se reduce al

37,5% en el instrumento final, en Nivel 2 tenía el 12,5% de sus respuestas en el instrumento inicial y eleva este porcentaje al 25% en el instrumento final, igualmente pasa de no tener respuestas clasificadas en nivel 3 en el instrumento inicial a tener el 25% de sus respuestas en nivel 3 en el instrumento final. De esta forma se concluye que la tendencia de este estudiante cambió a nivel 2 en el instrumento Final. Se indican a continuación algunos ejemplos de sus respuestas, este análisis se ha hecho de acuerdo con lo expuesto por (Martínez, 2018) y (Tamayo, 2012):

P13 Instrumento inicial: “c”. No contesta

P13 Instrumento final: “Debido a que se le fue estirando la caja la velocidad permacio constante y si hacemos diagrama de fuerzas podemos observar que la **tensión es igual a fuerza de fricción con lo cual cuando desaparece esa tensión ya no está sometida a una velocidad constante** por lo cual **la aceleración depende de la fuerza de fricción haciendo que se comience a detener.**”. En esta respuesta el estudiante no responde en el instrumento inicial, pero en el instrumento final además de identificar los datos una conclusión por lo que en este instrumento se clasifica en nivel 2.

P4 Instrumento inicial: “b. Debido a que **la fricción es constante hace frenar la bicicleta**”. En esta respuesta el estudiante se limita a describir los datos de la pregunta y no responde esta en el instrumento final.

P3 Instrumento fnicial: “Debido a que **para poder acelerar es necesario que acelere el carro (acelerador)**, pero tambien un indicar de la aceleración es del **freno porque puede estimar la desaceleración del carro.**”.

P3 Instrumento final: “SLos 3 **instrumento producen una aceleración**, debido a que el **acelerador cambia la magnitud de la velocidad, tambien el freno y el timon cambia la dirección** afectando asi la aceleración.”. En esta pregunta el estudiante pasa de identificar datos en el instrumento inicial a agregar una conclusión en el instrumento final por lo que cambia entonces de nivel 1 a nivel 2 de argumentación.

P11 Instrumento inicial: “a. La piedra se mueve un poco a la derecha debido a que el copiloto llevaba una velocidad hacia la derecha, por lo cual Al momento de soltar la piedra esta conlleva es una pequeña dirección”.

P11 Instrumento final: La piedra lleva la velocidad del camión por lo cual podemos ver que se mueve un poco a la derecha y además por el marco de referencia para la persona de la camioneta yo me muevo a la izquierda. En esta pregunta en el instrumento inicial el estudiante identifica los datos y da una conclusión mientras que en el instrumento final a lo anterior agrega una justificación por lo que la respuesta cambia de nivel 2 a nivel 3. Adicionalmente en los dos instrumentos utiliza conectores “por lo cual”, “además”, para ligar los argumentos.

P12 Instrumento inicial: “b. Debido a que debe superar la fuerza o velocidad que hace devolver”.

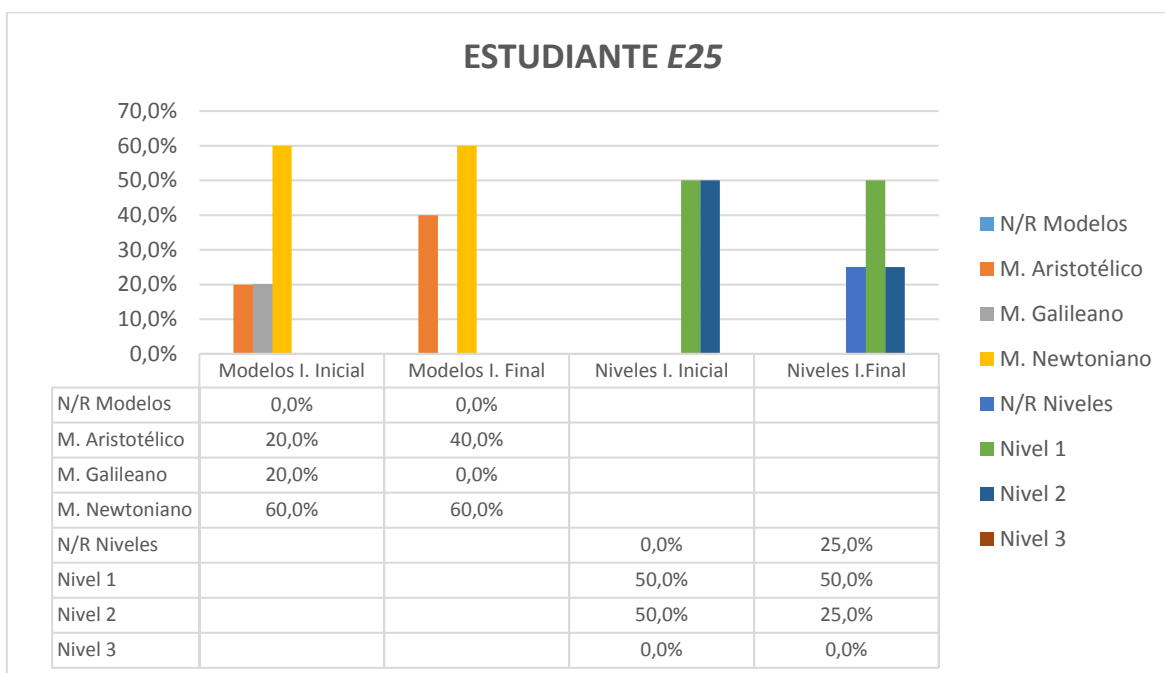
P12 Instrumento final: “Podría ejercer una fuerza de cualquier magnitud debido a que la unica fuerza en las coordenadas X, es la fuerza que yo le sometí al vagón y por lo cual el vagón no va tender al reposo”.

En esta última pregunta el estudiante con su respuesta cambia de nivel 1 a nivel 3 de argumentación al identificar los datos, dar una conclusión y una justificación en la respuesta consignada en el instrumento final.

9.3.7 Estudiante E25

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E25, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 20: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E25



Fuente: Elaboración propia

El estudiante E25 mantiene el mismo nivel de respuestas dentro del modelo explicativo newtoniano en un 70% de sus repuestas, sin embargo, sus respuestas enmarcadas en el modelo galileano pasan de 20% a 0% haciendo entonces que las respuestas catalogadas en el modelo aristotélico se incrementen el 20% al 40% al comparar las respuestas del estudiante en los instrumentos inicial y final practicadas. Como ejemplo algunas de las respuestas dadas por el estudiante se exponen a continuación:

P11 Instrumentos inicial y final: con la respuesta seleccionada el estudiante reconoce que la piedra mantiene el movimiento de la camioneta combinándolo con la caída del cuerpo con lo que reconoce la Inercia explicada en la primera Ley de Newton, de esta manera el estudiante para esta pregunta tiene según (Moore, 2004) un modelo explicativo newtoniano del movimiento.

P5 Instrumento inicial: en su respuesta el estudiante reconoce la acción de la gravedad y trata de involucrar un marco de referencia.

P5 Instrumento final: en su respuesta el estudiante reconoce el peso como la única interacción actuante que es capaz de cambiar el momento lineal de la pelota reconociendo así la segunda Ley de Newton. Con estas respuestas la clasificación del estudiante de acuerdo con (Pérez, 2012) y (Moore, 2004) en esta pregunta cambia de un modelo galileano a un modelo newtoniano del movimiento de los cuerpos.

P6 Instrumento inicial: selecciona como opción que la trayectoria del móvil antes de golpear el suelo sigue una dirección curva, esto evidencia que no hay claridad en el concepto de la inercia al considerar que existe una fuerza remanente que según (Hewitt, 2007) continúa actuando desviando así la trayectoria del cuerpo. Este es un pensamiento tipificado como una forma típica de pensamiento aristotélico.

P6 Instrumento final: el estudiante selecciona la opción de que al soltarse y antes de caer al suelo el cuerpo conserva su Momento Lineal lo que lo lleva a moverse en línea recta con rapidez constante reconociendo así la primera Ley de Newton por lo que en este aspecto el estudiante ha cambiado su modelo explicativo del movimiento a un modelo newtoniano.

En cuanto a niveles argumentativos se refiere, en el instrumento inicial el estudiante tiene el 50% de estas clasificadas en nivel 1 y el otro 50% en nivel 2 de argumentación por lo que en este instrumento no hay una tendencia definida y puede ser 1 o 2. En el instrumento final el estudiante no responde el 25% de las preguntas, tiene el 50% de estas en nivel 1 y el 25% en nivel 2, algunas de sus respuestas analizadas de acuerdo con lo expuesto por (Martínez, 2018) y (Tamayo, 2012) son:

P4 Instrumento inicial: “e. Hice elección de la e, primero, porque no es un sistema perfecto, la **fricción ejercida por el suelo sobre las llantas hara que esta frene**, debido a la ley de Newton que dice que todo cuerpo que se mantendra a menos de que se le aplique

una fuerza y esto sera la consecuencia de que la d se ejecute, es decir que la fuerza inicial se gaste”.

P4 Instrumento final: “La **fricción va generando una fuerza, la cual va en contra del movimiento**, esta, aunque es constante genera un tipo de detenimiento donde la fuerza de fricción le gana al movimiento inicial”. En esta pregunta el estudiante no modifica el nivel 1 ya que en los dos instrumentos se limita a identificar los datos de la pregunta.

P3 Instrumento inicial: “Yo tomaría la posición de aceleración y freno, ya que **el acelerador es quien da el impulso y el freno es la representación de la aceleración negativa**, es decir, cuando esta va disminuyendo”.

P3 Instrumento final: “la **aceleración es producida tanto por el timón, el acelerador y el freno** ya **que los tres presentan un cambio en la velocidad**, ya sea. aumentando, ~~dis~~ como en el caso del acelerador o disminuyendo como en el caso del freno y el timón”. En esta pregunta en el instrumento final además de identificar los datos da una conclusión y hace uso de un conector por lo que la pregunta desde el punto de vista argumentación cambia de nivel 1 a nivel 2.

P10 Instrumento inicial: “a. La **a ejerce una fuerza normal sobre el cuerpo, la cual no permite que continúe**, la b no es ya que la gravedad es constante, la c si tenemos un cuerpo como una pelota no aplicaria, la d la fricción aplica sin embargo no es la responsable del reposo”.

P10 Instrumento final: “Es una acción reacción, de la manera que la caída hace que ~~caiga al~~ ~~fue~~ haga un empuje al suelo, el **suelo hace un empuje sobre sus pies**”.

En la pregunta 10 en el instrumento inicial el estudiante tenía un nivel 2 ya que además de los datos presentaba una conclusión, pero en el instrumento final solo muestra los datos por lo que el nivel cambia de 2 a 1.

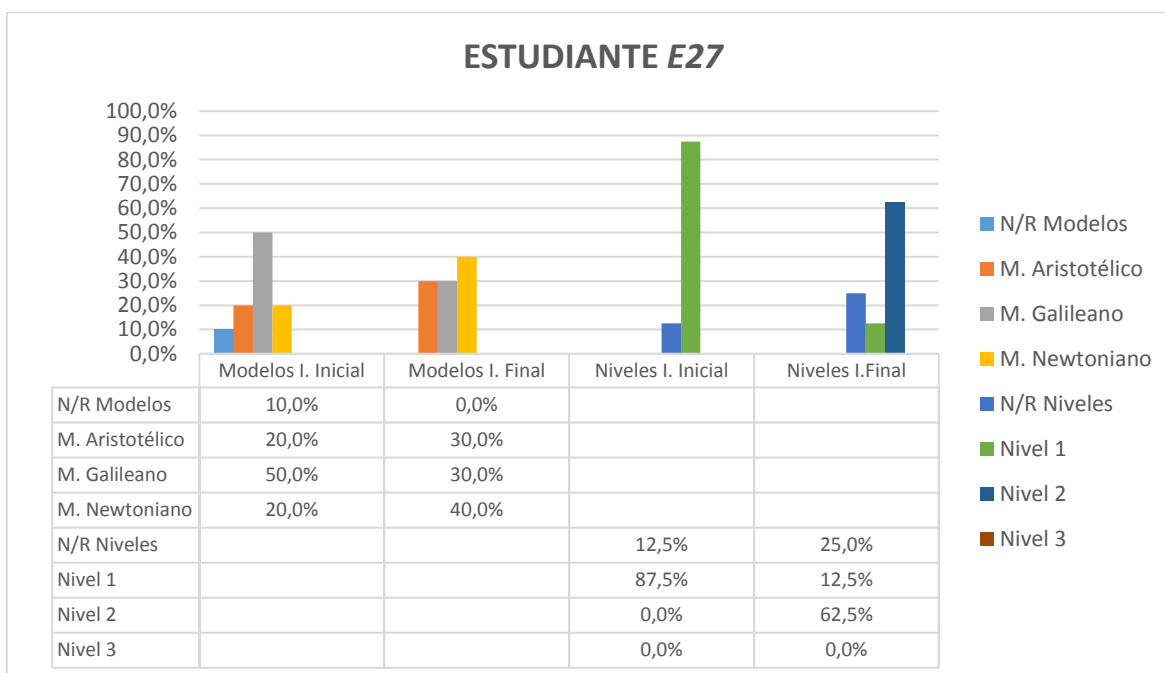
P13 Instrumento inicial: “b. ya que **no se detendra de inmediato**, sin embargo **eventualmente se detendra**”, el estudiante solo identifica los datos y no responde la pregunta en el instrumento final.

P7 Instrumento fnicial: “c. La fuerza que ejerce el camión sobre el carro es igual ya que el carro queda en reposo y asumimos que como consecuencia no hace hacia sobre el camión no inflinge nada”. Esta pregunta se califica en nivel 2 ya que a los datos añade una conclusión, sin embargo, el estudiante no responde la pregunta en el instrumento final.

9.3.8 Estudiante E27

De acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante E27, la siguiente gráfica indica el cambio presentado en los modelos explicativos y en los niveles argumentativos de este:

Gráfica 21: Análisis cambio de modelos explicativos y niveles argumentativos del estudiante E27



Fuente: Elaboración propia

El estudiante E27 muestra un incremento del 20% al 40% de sus respuestas enmarcadas en el modelo newtoniano del movimiento, igualmente presenta un incremento del 20% al 30% de respuestas en la que expone pensamiento aristotélico, estos incrementos

se producen por una reducción del 50% al 30% de sus respuestas dentro del modelo galileano. Como ejemplo de sus respuestas se exponen las siguientes:

P9 Instrumento inicial: el estudiante no selecciona ninguna respuesta.

P9 Instrumento final: con esta respuesta el estudiante reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe enmarcándose de acuerdo con (Hewitt, 2007) en un modelo newtoniano.

P8 Instrumento inicial: selecciona como opción que la trayectoria del móvil antes de golpear el suelo sigue una dirección curva, esto evidencia que no hay claridad en el concepto de la inercia al considerar que existe una fuerza remanente que continúa actuando desviando así a trayectoria del cuerpo.

P8 Instrumento final: el estudiante selecciona la opción de que al soltarse y antes de caer al suelo el cuerpo conserva su Momento Lineal lo que lo lleva a moverse en línea recta con rapidez constante siguiendo la dirección tangente a la trayectoria original, reconociendo de acuerdo con (Hetch, 1987) y (Hewitt, 2007) la primera Ley de Newton por lo que en este aspecto el estudiante ha modificado su modelo explicativo del movimiento, pasando de un modelo galileano a un modelo aristotélico.

P7 Instrumento inicial y final: La respuesta del estudiante permite afirmar que reconoce el principio de Acción y Reacción quedando entonces su respuesta catalogada en el modelo newtoniano en los dos instrumentos.

En cuanto a los niveles argumentativos, en el instrumento inicial este estudiante no responde el 12,5% de las preguntas y tiene nivel 1 de argumentación en el 87,5% de estas de esta manera todas las preguntas contestadas en el instrumento inicial están de acuerdo con (Tamayo, 2012) en nivel 1 por lo que su tendencia en el instrumento inicial es nivel 1. En el instrumento final el estudiante deja de contestar el 25% de las preguntas, tiene el 12,5% de ellas contestadas con un nivel 1 de argumentación y el 62,5 con un nivel 2, así la tendencia de este estudiante en el instrumento final es nivel 2. Algunas de sus respuestas son:

P13 Instrumentos inicial y final: El estudiante no contesta esta pregunta.

P3 Instrumento inicial: “Los instrumentos de aceleracion seria el acelerador y el freno ya que con los dos produces un cambio en la velocidad.”.

P3 Instrumento final: “El freno, el acelerador y el timón, ya que la aceleración tiene sentido, direccion y magnitud. Por lo tanto, los 3 objetos cambiarían la aceleración.”.

P11 Instrumento inicial: “b. b, por la velocidad que trae el carro”.

P11 Instrumento final: ya que a pesar de que la camioneta tenga un movimiento la Piera no y esta caerá de una vez horizontalmente.

En las preguntas 3 y 11 el estudiante pasa de un nivel 1 a un nivel 2 de argumentación ya que en el instrumento final adicional a identificar los datos expone algunas conclusiones.

P4 Instrumento inicial: “c. La respuesta c, ya que para que la bicicleta se deslice en una planada anteriormente tiene que tener una fuerza la cual le diera el impulso, esta fuerza a medida que e desliza tiene una ficcion con el suelo haciendo que esta fuerza cada vez sea menor hasta llegar al reposo.”.

P4 Instrumento final: “La fuerza que lleva la cicla seguiría constante y no hay nada que la contrarreste, pero al estar en condiciones reales esta la fricción la cual es una fuerza que va en el sentido contrario del movimiento”. En esta pregunta en los dos instrumentos el estudiante solo identifica los datos por lo que quedan en ambos instrumentos clasificados en nivel 1

P12 Instrumento inicial: “a. a, ya que tiene que ser mayor el peso para que haga efecto”. Esta pregunta no es respondida por el estudiante en el instrumento Final.

Resumiendo, en cuanto al cambio observado en los niveles argumentativos de los estudiantes se pudo evidenciar un progreso importante de los estudiantes ya que en el instrumento inicial la tendencia de todos los estudiantes era nivel 1 de argumentación y el

50% de estos logró cambiar esta tendencia a nivel 2 en el instrumento final de acuerdo con los datos que se exponen en la tabla a continuación:

Tabla 6: Resultado comparativo de Niveles Argumentativos en los dos instrumentos.

ESTUDIANTE	NIVELES ARGUMENTATIVOS	
	TENDENCIA	
	Instrumento Inicial	Instrumento Final
E1	N1	N1
E13	N1	N2
E16	N1	N1
E19	N1	N1 o N2
E23	N1	N2
E24	N1	N1
E25	N1 o N2	N1
E27	N1	N2

Fuente: elaboración propia

Desde luego este resultado es importante si se tiene en cuenta que por primera vez en la ECI en las clases de Física se abordó el tema de la argumentación como una estrategia para el aprendizaje de los estudiantes, tradicionalmente solo se le daba énfasis a la solución de problemas sobre el tema.

Se puede observar también un avance importante en cuanto al modelo explicativo de los estudiantes ya que las respuestas del instrumento inicial fueron clasificadas 32,5% como aristotélicas, 28,9% como galileanas y 37,5% como newtonianas, estos modelos cambiaron al observar que en el instrumento final las respuestas asaron a se 22,5% aristotélicas, 15,0% galileanas y 62,5% newtonianas.

Resumiendo para cada estudiante se puede observar que:

- En el estudiante E1 se presenta un cambio significativo en los modelos explicativos al pasar de 0% a 50% de respuestas en modelo newtoniano, sin embargo, no muestra ningún cambio en sus niveles argumentativos una vez se analizan conjuntamente los dos instrumentos.
- El estudiante E13 presenta un cambio en los modelos explicativos al pasar de 50% a 80% de sus respuestas en modelo newtoniano, igualmente en los niveles argumentativos pasa de tener el 75% de sus respuestas en nivel 1 en el instrumento inicial a 25% en nivel 1, 62,5% en nivel 2 y 12,5% en nivel 3 en el instrumento final.
- El estudiante E16 al comparar los dos instrumentos presenta un incremento del 30% al 40% en el modelo aristotélico y del 30% al 50% en el modelo newtoniano, sin embargo, todas sus respuestas pasan a nivel argumentativo 1 en el instrumento final.
- El estudiante E19 tiene un cambio importante en modelo explicativo al pasar del 20% al 80% de sus respuestas en modelo newtoniano y el 50% de sus respuestas que estaban en nivel 1 pasaron a nivel 2 de argumentación en el instrumento final.
- El estudiante E23 no tiene cambios significativos en los modelos explicativos, el 70% de sus respuestas se enmarcan en el modelo newtoniano en los dos instrumentos, en cuanto a los niveles argumentativos pasa del 25% de respuestas en nivel 2 en el instrumento inicial al 75% en nivel 2 en el instrumento final.
- El estudiante E24 cambia del 50% al 70% de sus respuestas en modelo newtoniano en los instrumentos y en cuanto a niveles explicativos pasa del 75% en nivel 1 en el instrumento inicial al 37,5% en el instrumento final, esta reducción se distribuye en respuestas en nivel 2 y nivel 3.
- El estudiante E25 No muestra cambios significativos en los modelos explicativos entre los instrumentos, en los niveles de argumentación mantiene la cantidad de respuestas en nivel 1 en los dos instrumentos, pero reduce las respuestas clasificadas en el instrumento inicial en nivel 2 ya que en el instrumento final dejó de contestar algunas preguntas.

- En el estudiante E27 hay un cambio importante al incrementar en el instrumento final las respuestas dentro del modelo newtoniano disminuyendo las que en el instrumento inicial se habían clasificado en el modelo galileano. En los niveles de argumentación presenta un fuerte cambio al pasar de 0% en nivel 2 en el instrumento inicial al 62,5% en este nivel en el instrumento final.

10 CONCLUSIONES

- Con el trabajo realizado en el aula los estudiantes lograron avanzar en el modelo explicativo del movimiento de los cuerpos pasando de tener un modelo aristotélico y galileano en el instrumento inicial a un modelo newtoniano en el instrumento final, en la Gráfica 8 de este informe se presenta el análisis comparativo de respuestas categorizadas en modelo newtoniano en los dos instrumentos aplicados y en ella se observa claramente como la tendencia marca que las preguntas fueron respondidas dentro del modelo newtoniano en el instrumento final.

Considerando que este aspecto es uno de los logros de aprendizaje de la asignatura es gratificante saber que el proceso desarrollado en el aula contribuyó a este logro de los estudiantes.

- Los niveles argumentativos iniciales mostraron que los estudiantes solo presentaban datos, mientras que con la asesoría y orientación realizada en la ejecución unidad didáctica lograron adicionar a la identificación de los datos conclusiones que permitieron catalogarlos en nivel 2 y en algunos casos justificaciones que clasificaron sus respuestas en nivel 3.
- El instrumento inicial aplicado a los estudiantes permitió en primera instancia identificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos que sobre el concepto de movimiento de los cuerpos tenían los estudiantes de la asignatura Física Mecánica antes de la implementación de la Unidad Didáctica.
- Como se dijo anteriormente, el desarrollo de la Unidad Didáctica que promovió procesos argumentativos y de regulación de aprendizaje al interior del aula, permitió que los estudiantes adquirieran el pensamiento newtoniano requerido para la continuación exitosa del curso y mejoraran en su nivel argumentativo.
- El instrumento final aplicado a los estudiantes después de la intervención didáctica realizada con la Unidad Didáctica diseñada, permitió evaluar los niveles argumentativos y los modelos explicativos que sobre el concepto de movimiento de los cuerpos tenían los estudiantes de la asignatura Física

Mecánica al finalizar el proceso, con esta evaluación se pudieron reconocer y caracterizar los cambios en los niveles argumentativos y en los modelos explicativos del concepto de movimiento de los cuerpos de los estudiantes después de la intervención didáctica.

- Al analizar los cambios en cada estudiante se concluye que en algunas ocasiones el modelo explicativo se modificó, pero este cambio no produjo el mismo tipo de cambio en los niveles explicativos ya que estos subieron de nivel, bajaron de nivel o se mantuvieron, igualmente los cambios en niveles argumentativos se dieron sin que necesariamente hubiera habido cambios en los modelos explicativos de los estudiantes.

Aunque estos cambios permiten establecer que es posible que una modificación en los modelos explicativos se deba a una modificación en los niveles e incluso, al contrario, no es posible determinar que exista una relación funcional entre las dos categorías estudiadas, pero es entonces que el trabajar la argumentación en la clase de física es beneficioso para la adquisición de los conceptos que se requieren para el éxito en la asignatura.

11 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación es importante en futuras investigaciones relacionadas, tener en cuenta que:

- Es necesario considerar los tiempos que se requieren para implementar la unidad didáctica, si se pretende que los estudiantes avancen a niveles argumentativos y modelos explicativos más complejos.
- Es importante tener en cuenta a qué tipo de estudiantes se está dirigiendo la clase ya que no son los mismos tiempos de los que se disponen si se trata de estudiantes de colegio que permanecen en clase por lo menos diez meses en el año lectivo y que cursan todas las asignaturas de su nivel con los mismos compañeros lo que hace fácil disponer del tiempo requerido incluso de forma extracurricular, mientras que estudiantes universitarios solo cursan la asignatura durante dieciséis semanas de las cuales el concepto de movimiento de los cuerpos no puede tomar más de una semana y media, máximo dos.
- Es muy importante tener en cuenta la estructura de la pregunta en el momento de la construcción de los instrumentos de lápiz y papel y de los demás elementos de trabajo, ya que estos pueden llegar a convertirse en un obstáculo a la hora de identificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos del estudiante.
- Teniendo en cuenta que la argumentación estudiada fue realizada únicamente mediante instrumentos de papel y lápiz, es necesario sugerir que se continúe su estudio contemplando otras posibilidades y no necesariamente desde instrumentos escritos.
- En la ECI se iniciará una campaña con los docentes del área de ciencias naturales encaminada a lograr la incorporación de estrategias donde se trabaje la argumentación; la estructura argumentativa y los modelos explicativos de cada concepto para fomentar y fortalecer los procesos de pensamiento crítico del estudiante, a partir de estrategias didácticas en donde se incluyan dimensiones como la argumentación.

12 REFERENCIAS

- Alvarez Tamayo, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo*(62), 113 - 135. doi: <https://doi.org/10.21500/01212753.1494>
- Alvarez-Gayou, J. L. (2013). *Cómo hacer investigación cualitativa - Fundamentos y metodología*. (C. PAIDOS, Editor) Recuperado el 15 de 11 de 2017, de <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/Herramientas/Hacer-investigacion-alvarez-gayou.pdf>
- Barros, J. F. (2013). La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de ciencias:... En A. Romero, B. Henao, & J. F. Barros , *La argumentación en la clase de ciencias* (págs. 167-209). Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.
- Barros, J. F. (2014). *Argumentación científica de ingenieros en formación: El aprendizaje de la hidráulica en el aula a partir de casos de la historia de las ciencias*. Medellín: Universidad de Antioquia Facultad de Educación.
- Buitrago Martín, Á. R., Mejía Cuenca, N. M., & Hernández Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13(63), 17 - 40.
- Cardona Rivas, D., & Tamayo Alzate, O. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales. Niñez y Juventud*, 9(1), 1545 - 1571. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2009000300016
- Galagovsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de la*

- ciencia*, 19(2), 231 - 242. Recuperado el 16 de 04 de 2019, de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21735/21569>
- Gómez Galindo, A. A., Sanmarti Puig, N., & Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de la ciencia: revista de investigación y experiencias didácticas [on line]*, 25(3), 325 - 340. Recuperado el 16 de 04 de 2019, de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87930/216420>
- González Sánchez, L. A. (2012). *Enseñanza de la física (cinemática y ley de inercia) a partir de los conceptos de Galileo Galiei, para estudiantes de grado décimo*. Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Henao Sierra, B. L., & Palacio Mejía, L. V. (2013). Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias. En Á. E. Romero Chacón, B. L. Henao Sierra, & J. F. Barros Martínez, *La argumentación en la clase de ciencias* (págs. 23-67). Medellín: Universidad de Antioquia Facultad de Educación.
- Hetch, E. (1987). *Física en perspectiva*. México: Addison Wesley Iberoamericana S.A. de C.V.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual*. México: Pearson Educación.
- Hodson, D. (2003). Time for Action: Science Education for an Alternative Future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES. (2018). *Guía de orientación Saber 11 para instituciones educativas*.
- Justi, R. (2006). La Enseñanza de ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y*

experiencias didácticas, 24(2), 173 - 184. Recuperado el 16 de 04 de 2019, de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>

Martínez Ruiz, M. A. (2018). *Los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto disoluciones*. Trabajo de grado para optar al título de Magisyer en Educación, Pereira.

Martínez, M. M. (2014). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de investigación en Psicología*, 123-146.
doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rinvp.v9i1.4033>

Moore, T. (2004). *Física Seis ideas fundamentales Tomo 1* (Segunda edición ed.). México, D.F.: McGrae-Hill.

Ospina Pineda, V. J., Patiño Ríos, W. D., & López Guzmán, M. A. (2008). *Argumentación de conceptos físicos y su relación con el contexto*. Trabajo de grado para optar al título de Licenciados en Matemáticas y Física., Universidad de Antioquia, Medellín.

Perelman, C. (1997). *El imperio retórico*. Bogotá: Norma S.A.

Pérez García, A. (2012). *Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto*. Tesis para optar título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Piñuel Raigada, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*, 3 (1), 1-42. Disponible en: 1, 1 42. Obtenido de <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>.

Posada, J. L. (2015). La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia. *Tesis Psicológica*, 10(1), 146 - 160.

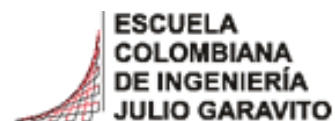
- Rodríguez Moreno, D. J. (2018). *Desarrollo de niveles argumentativos en niños deñ grado quinto sobre la alimentación del ser humano*. Proyecto de grado para optar al título de Magister en Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales.
- Ruiz, F. J., Tamayo, O. E., & Márquez, C. (2015). La argumentación en la clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui*, 41(3), 629 - 646. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022015000300629&lng=es&tlng=es
- Sánchez Mejía, L., González Abril, J., & García Martínez, Á. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana e Estudios Educativos*, 9(1), 11 - 28. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129372002>
- Sanmarti Puig, N., & Sarda Jorge, A. (2000). Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405 - 422.
- Solbes, J., Ruiz, J. J., & Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de Física y Química. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 65 - 75. Obtenido de https://www.uv.es/jsolbes/documentos/Alambique_Solbes_Ruiz_Furio_2010.pdf
- Tamayo Alzate, O., Vasco Uribe, C., Suárez de la Torre, M., Quiceno Valencia, C., García Castro, L., & Giraldp Osorio, A. (2011). *La clase multimodal y l aformación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y l acomunucación*. Manizales.
- Tamayo, O. (Enerp - Junio de 2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211 - 233. Recuperado el 31 de Enero de 2019, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413835215010>

Tamayo, O. (2014). Pensamiento Crítico Domino Específica en la Didáctica de las Ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 25 - 46. Recuperado el 28 de enero de 2019, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142014000200003&lng=en&tlng=es

ANEXOS

ANEXO A. INSTRUMENTO INICIAL Y FINAL

Teniendo en cuenta que el instrumento inicial y el instrumento final eran iguales, solo se presenta una vez las preguntas utilizadas en estas.



FÍSICA MECÁNICA
Instrumento Inicial

Nombre del estudiante: _____ **Grupo:** _____

Apreciado estudiante:

Antes que nada, quiero agradecerles su colaboración activa y participación en una serie de pruebas que desarrollaremos a lo largo de este semestre y que están dirigidas a establecer una serie de mecanismos en el aula que les permitan una mejor comprensión de Los fenómenos que estudia la física.

Estas actividades estarán alineadas con el proyecto de investigación que adelanta su profesor para optar al título de Maestría en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Autónoma de Manizales.

Esta primera actividad está encaminada a determinar qué ideas traen sobre la forma en que ustedes pueden explicar cómo es el movimiento de los cuerpos y me servirá además para conocer la manera como ustedes defienden o argumentan las razones que dan para la determinación de cada respuesta.

Posteriormente realizaremos una reunión en la que tendrán la oportunidad de discutir con sus compañeros los argumentos que analizó para seleccionar su respuesta y podrán incluso defenderlos y tratar de convencer a sus compañeros de que su manera de pensar acerca del movimiento es la adecuada.

Todo el trabajo que desarrollemos en este aspecto a lo largo del semestre será valorado y cada uno de ustedes recibirá la retroalimentación para que finalmente la actividad resulte provechosa tanto para ustedes como para mí

INSTRUCCIONES

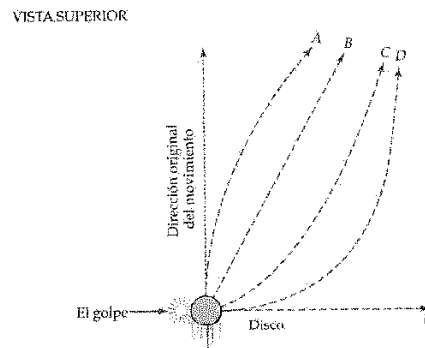
- Las preguntas abiertas se deben contestar en la papelería que se suministra.
- Las preguntas de selección múltiple tienen una sola respuesta, pero si consideras que pueden ser más de una opción puedes marcarlas sobre la letra correspondiente (máximo 2).
- Es posible que todavía no conozcas algunos conceptos por los que se pregunta, de ser así

utiliza tu propio sentido intuitivo para dar la respuesta, es decir responde como creas que se explica mejor lo que te están preguntando.

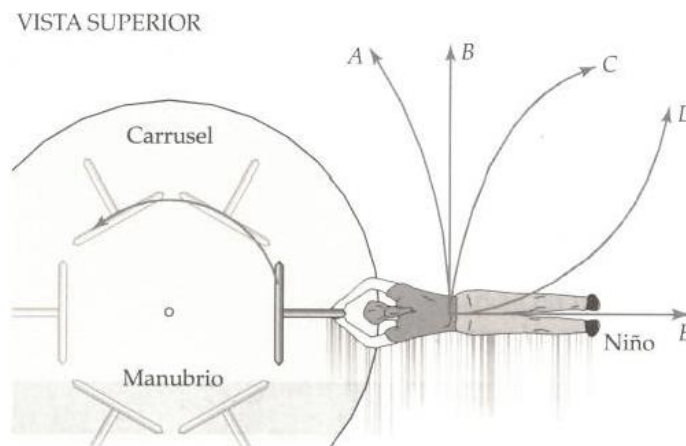
CUESTIONARIO

1. Con tus propias palabras describe cada uno de los siguientes conceptos y además argumenta como vinculas este concepto a tu vida diaria:
 - a. Masa:
 - b. Desplazamiento
 - c. Velocidad:
 - d. Rapidez:
 - e. Aceleración:
2. Al retornar del viaje a la luna el astronauta Edwin E. Aldrin miembro de la misión Apolo 11 y segundo hombre en pisar la luna, manifestó que durante sus caminatas lunares había entendido claramente la diferencia que podía haber entre la masa y el peso. Si pudieras sondear el cerebro del astronauta ¿cuáles crees que son los argumentos que pensó para hacer esta afirmación, estarías de acuerdo con ellos?
3. En un salón de clase los estudiantes están debatiendo acerca de si los instrumentos que producen aceleración en un vehículo son solo el acelerador, el acelerador y el freno o el acelerador el freno y el timón. ¿Cuál sería la posición que tomarías en el debate y por qué?
4. Un ciclista se desliza sin pedalear sobre un camino horizontal plano. ¿Por qué el ciclista termina por llegar al reposo? Da argumentos que justifiquen tu respuesta.
 - a. Todos los objetos que se mueven llegan al reposo de manera natural.
 - b. La fricción constantemente frena la bicicleta.
 - c. La fricción a la larga supera la fuerza que mantiene la bicicleta en movimiento.
 - d. La fuerza del movimiento inicial de la bicicleta se gaste.
 - e. b y d
 - f. c y d
5. Un niño lanza una pelota de béisbol hacia el aire. Después de que la pelota deja la mano del niño, se mueve verticalmente hacia arriba durante un momento, alcanza una cierta altura máxima y luego cae de regreso hacia el suelo. Si se ignora la resistencia del aire, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la pelota durante este tiempo es(son):
 - a. Sólo la fuerza descendente constante de la gravedad.
 - b. La fuerza constante de la gravedad y una fuerza ascendente continuamente decreciente.
 - c. La fuerza constante de la gravedad y una fuerza ascendente continuamente decreciente que actúa solo hasta que la pelota alcanza su altura máxima.
 - d. Una fuerza ascendente decreciente antes de que la pelota alcance su altura máxima y una creciente fuerza de gravedad descendente después de eso.
 - e. No existen. Ninguna fuerza actúa sobre la pelota; ella regresa al suelo porque es su lugar natural de reposo.
6. Un jugador de hockey la da un suave "golpecito" hacia el este a un disco de hockey que se desliza hacia el norte sobre un plano y hielo sin fricción. ¿Qué trayectoria en el siguiente dibujo

seguirá el disco de hockey una vez que el golpe termine (encierra una de las opciones en un círculo)?



7. Imagina que un auto pequeño choca con la parte trasera de un gran camión que inicialmente está en reposo. Durante la colisión, la magnitud de la fuerza que el camión ejerce sobre el auto es: Escribe dos argumentos que respalden tu respuesta.
 - a. Cero (el camión solo está detenido).
 - b. Menor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
 - c. Igual a la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
 - d. Mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
8. Un niño sobre un carrusel en un parque se sostiene conforme el carrusel gira rápidamente.



Si el niño ya no se puede sostener, ¿qué trayectoria seguirá antes de golpear el suelo? Elije sobre el diagrama la letra que corresponda a la trayectoria que creas que describe mejor la trayectoria del niño en relación con el piso después de que se suelta.

9. Imagina que lanzas una pelota desde un risco de 30m que está frente a un lago tranquilo cuando el Sol está sobre tu cabeza. La velocidad inicial de la piedra es 10m/s horizontalmente hacia el oeste. Supón que el efecto del aire sobre la piedra es despreciable. Justo antes de que

la piedra golpee el agua, la componente hacia el oeste de su velocidad (que será igual a la rapidez de su sombra sobre el agua) será:

- a. Casi cero (la piedra cae recta sobre el agua).
- b. Mucho menor que 10m/s.
- c. Muy cercana a 10m/s.
- d. Mucho mayor que 10m/s.

10. Imagina que saltas desde lo alto de un árbol hacia el suelo. ¿Por qué alcanzas el reposo cuando llegas al suelo? Da argumentos que respalden tu respuesta.

- a. El suelo empuja hacia arriba sobre tus pies.
- b. La gravedad deja de actuar sobre ti cuando llegas al suelo.
- c. Cualquier cosa que cae llega de manera natural al reposo cuando finalmente alcanza el suelo.
- d. Debido a la fricción.
- e. Tus pies empujan el suelo; ese empuje te detiene.

11. Imagina que estás de pie junto a un camino viendo hacia el camino. En el instante en que una camioneta pasa a tu lado (moviéndose hacia su derecha), una persona en el asiento del pasajero suelta una piedra por la ventana. Si la persona suelta la piedra en el instante en que la camioneta pasa más cerca de ti, la piedra golpea el suelo: Da argumentos que respalden tu respuesta.

- a. Un poco a la derecha de su posición.
- b. Un poco a la izquierda de su posición.
- c. Enfrente de usted, justo debajo de donde fue tirada.

12. Imagina un vagón con ruedas verdaderamente sin fricción en reposo sobre un piso horizontal. Para hacer que este vagón se mueva, tendrás que ejercer un empuje: Da argumentos que justifiquen tu respuesta.

- a. Mayor que el peso del vagón.
- b. Mayor que la inercia del vagón.
- c. De cualquier magnitud.

13. Una persona mueve una caja a lo largo del piso a una velocidad constante por medio de una cuerda atada a la caja. De pronto la cuerda se rompe. En el instante en que la cuerda se rompe, la caja: Da argumentos que respalden tu respuesta.

- a. Se detiene inmediatamente.
- b. Inmediatamente comienza a detenerse.
- c. Continúa moviéndose hasta que la fuerza del jalón desaparece.
- d. Continúa moviéndose hasta que la inercia sobrepasa la fuerza de su movimiento hacia adelante.

Con mi firma certifico que las respuestas que suministro son el fruto de mi trabajo individual desarrollado honestamente.

FIRMA ESTUDIANTE

TIEMPO 1 1/4 HORAS
NO CONSULTAR LIBROS NI APUNTES
Profesor ING. JAIME ISAZA CEBALLOS
ANEXO B UNIDAD DIDÁCTICA

1 TÍTULO

EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

2 INTRODUCCIÓN

La Unidad Didáctica que se presenta a continuación se plantea bajo la perspectiva de trabajo que se ha utilizado en el desarrollo de la Maestría de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, es decir que los temas se agruparán en tres momentos en los que se tratarán diferentes aspectos de acuerdo con la siguiente descripción:

MOMENTO DE UBICACIÓN: En esta etapa se pretende determinar las condiciones iniciales en que se encuentran los estudiantes sobre cada una de las categorías de la investigación: modelos explicativos del movimiento y niveles argumentativos. En esta etapa se aplicará el instrumento diseñado para este fin, este instrumento fue aplicado a manera de ensayo en dos momentos diferentes de la Maestría con estudiantes diferentes a los del grupo de estudio y demostró que permite establecer los modelos explicativos del movimiento y determinar los obstáculos de aprendizaje de los estudiantes, igualmente permitió observar el nivel de argumentación de los estudiantes.

MOMENTO DE DESUBICACIÓN: En esta etapa se pretende hacer una contextualización de los modelos explicativos detectados en los estudiantes y revisar con ellos las condiciones por las que fueron clasificados en el nivel argumentativo en que se encuentran y qué se podría esperar que implementaran para poder mejorar esta condición. Adicionalmente se hará el desarrollo teórico correspondiente para que los estudiantes puedan construir el conocimiento que les permita cambiar el modelo explicativo del movimiento adoptando el newtoniano que es lo que se pretende tanto en la asignatura como en la investigación.

MOMENTO DE REENFOQUE: Se hará una integración de cada una de las actividades que se ha realizado en los momentos anteriores y en este último momento, con el fin de verificar que los estudiantes tienen ahora el modelo explicativo que se espera como resultado de haber alcanzado el logro de aprendizaje de la asignatura, esto es un requisito para que se pueda acometer el resto de la asignatura sin inconvenientes. Igualmente se espera que con las actividades realizadas y con el análisis de los resultados de estas, los estudiantes hayan modificado y elevado su nivel argumentativo. Quiero anotar que esta práctica de medir el nivel de argumentación de los estudiantes en la ECI es algo novedoso en el desarrollo normal de las asignaturas es la primera vez que se hace en una clase de física algo al respecto, siempre el énfasis de las clases ha sido enfocado a la resolución de problemas numéricos y muy poco a observar cómo argumentan los estudiantes.

3 ACTIVIDADES

3.1 ACTIVIDAD 1

NOMBRE: Instrumento Inicial.

MOMENTO: Ubicación.

OBJETIVO: Determinar el modelo explicativo inicial de los estudiantes al comenzar el curso y establecer el nivel argumentativo de los estudiantes en el mismo momento.

DESCRIPCIÓN: Cuestionario escrito.

DURACIÓN: Una sesión de clase y se realizará en la primera o segunda semana del semestre.

RECURSOS: Papel y lápiz.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera con el instrumento determinar el modelo explicativo del movimiento que tiene cada uno de los estudiantes al inicio del curso y poderlos clasificar en un nivel argumentativo de acuerdo con el modelo escogido en la investigación. Se pretende además identificar los obstáculos de aprendizaje que tengan los estudiantes con el fin de verificar si el diseño inicial de las actividades de la Unidad Didáctica es suficiente para la intervención o si deben ser modificados de acuerdo con lo que se obtenga.

3.2 ACTIVIDAD 2

NOMBRE: Conceptos básicos.

MOMENTO: Desubicación.

OBJETIVO: Lograr que los estudiantes aclaren los conceptos básicos necesarios para el estudio del movimiento, principalmente debe conseguirse claridad en la diferenciación entre masa y peso, en el concepto de inercia y en la forma como se dan las interacciones en el universo.

DESCRIPCIÓN: En clase con la explicación del profesor, se abordarán los conceptos de peso, masa, movimiento e inercia indagando lo que al respecto saben o creen saber los estudiantes y discutiendo con ellos para llegar a las definiciones precisas. Para ello además de la discusión que se haga con los estudiantes, se utilizarán como apoyo videos que explican con claridad los conceptos de masa y peso.

DURACIÓN: 2 sesiones de clase.

RECURSOS: Explicación del profesor, videos proyectados en al aula

<https://www.youtube.com/watch?v=XZB924RFXJ8> y

<https://www.youtube.com/watch?v=Pzz2eXcuRAQ> adicionalmente se dejará como actividad para desarrollar en casa ver el video ubicado en

https://www.youtube.com/watch?v=KsbOyNwOo_g este video será discutido en la siguiente sesión donde se consolidarán los conceptos que deben tener los estudiantes.

RESULTADOS ESPERADOS: Los estudiantes deberán al finalizar esta clase tener claros los conceptos básicos para poder abordar el estudio del movimiento de los cuerpos.

3.3 ACTIVIDAD 3

NOMBRE: Momento de argumentación 1.

MOMENTO: Desubicación.

OBJETIVO: Revisar con los estudiantes las condiciones que se requieren para quedar clasificados en los primeros 3 o 4 niveles de argumentación según la escala adoptada en la investigación y lograr que entiendan el por qué quedaron clasificados en el nivel de acuerdo con sus respuestas en el instrumento inicial.

DESCRIPCIÓN: En clase se discutirán algunas respuestas dadas por los estudiantes y se identificarán los componentes de estas que permiten clasificar la respuesta en un nivel determinado, se identificará que le ha faltado a la respuesta para que pudiera subir uno o dos niveles y se construirá en conjunto una respuesta que respondiendo al concepto indagado muestra un nivel argumentativo superior

DURACIÓN: 1 sesión de clase.

RECURSOS: Explicación del profesor, videos proyectados en al aula.

RESULTADOS ESPERADOS: Al finalizar la clase se espera que los estudiantes conozcan los elementos que requieren para argumentar, sean capaces de identificar las tesis y puedan dar razones más allá de simplemente identificar datos.

3.4 ACTIVIDAD 4

NOMBRE: Cinemática.

MOMENTO: Reenfoque.

OBJETIVO: Realizar el estudio de los conceptos de posición, desplazamiento, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media, aceleración instantánea, rapidez media y rapidez instantánea.

DESCRIPCIÓN: En dos sesiones de clase se abordarán los conceptos de posición, desplazamiento, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media, aceleración instantánea, rapidez media y rapidez instantánea. Para ello se utilizarán las aplicaciones de Geogebra que han sido diseñadas en la ECI para tal fin, adicionalmente se discutirá el concepto de aceleración tangencial como producto del cambio en la magnitud de la velocidad y centrípeta como producto del cambio en la dirección de la velocidad.

Los estudiantes desarrollarán la práctica de laboratorio que en la ECI se tiene implementada para el estudio de estos conceptos.

En la sesión donde se traten las componentes tangencial y normal de la aceleración se discutirán algunas respuestas argumentativas dadas por los estudiantes en el instrumento inicial y se identificarán los componentes de estas que permitieron clasificar la respuesta en un nivel de argumentación determinado, se identificará que le ha faltado a la respuesta para que pudiera subir uno o dos niveles y se construirá en conjunto una respuesta que muestre un nivel argumentativo superior.

DURACIÓN: 2 sesión de clase.

RECURSOS: Explicación del profesor, utilización del software Geogebra con el que se pueden crear fácilmente animaciones y simulaciones que permiten aclarar el comportamiento de las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para comprender finalmente el movimiento de los cuerpos. Adicionalmente se utilizarán las simulaciones previstas en www.ophysics.com este sitio contiene una colección de simulaciones físicas interactivas que permiten al estudiante comprender a fondo el comportamiento de los conceptos que intervienen en el movimiento de los cuerpos

RESULTADOS ESPERADOS: Al finalizar la clase se espera que los estudiantes comprendan la cinemática de los cuerpos y estén listos para acceder al estudio de movimientos tipo caída libre, tiro parabólico, movimiento circular y movimiento elíptico.

3.5 ACTIVIDAD 5

NOMBRE: Dinámica.

MOMENTO: Reenfoque.

OBJETIVO: Deducción y estudio de las Leyes de Newton.

DESCRIPCIÓN: En dos sesiones de clase utilizando el modelo desarrollado en la ECI para explicar el comportamiento del universo, se deducirán las leyes de Newton haciendo énfasis en el concepto de inercia de Galileo para remplazar el presaber de que el estado natural de los cuerpos es el reposo y llevar a los estudiantes al modelo en el que el

estado natural de los cuerpos es el movimiento y este se mantiene hasta que una interacción (fuerza) no cambie la cantidad de movimiento del cuerpo.

En las mismas sesiones en discusión con los estudiantes se llegará a la definición de fuerza como la razón de cambio en el tiempo de la cantidad de movimiento eliminando así la definición que normalmente utilizan al decir que fuerza se define como el producto de la masa por la aceleración.

Se desarrollará la práctica que en la ECI se tiene implementada para el estudio de fuerzas y medición de aceleración.

En las sesiones se aprovechará para tratar algunas respuestas argumentativas dadas por los estudiantes en el instrumento inicial y se identificarán los componentes de estas que permitieron clasificar la respuesta en un nivel de argumentación determinado, se identificará que le ha faltado a la respuesta para que pudiera subir uno o dos niveles y se construirá en conjunto una respuesta que muestre un nivel argumentativo superior.

DURACIÓN: 2 sesión de clase.

RECURSOS: Explicación del profesor, utilización de las simulaciones previstas en www.ophysics.com este sitio contiene una colección de simulaciones físicas interactivas que permiten al estudiante comprender a fondo el comportamiento de los conceptos que intervienen en el movimiento de los cuerpos

RESULTADOS ESPERADOS: Al finalizar las clases se espera que los estudiantes comprendan las leyes de Newton, entiendan sus limitaciones y estén listos para acometer las aplicaciones de estas a situaciones reales.

3.6 ACTIVIDAD 6

NOMBRE: Momento de argumentación 2.

MOMENTO: Reenfoque.

OBJETIVO: Establecer el nivel de argumentación que han alcanzado los estudiantes luego de las actividades realizadas en las que se revisaron los niveles de argumentación que se observaron en el instrumento de entrada y lo avanzado en el momento de argumentación 1.

DESCRIPCIÓN: En clase se observarán videos sobre temas relacionados con el estudio del movimiento que presenten condiciones que permitan establecer con los estudiantes grupos de crítica sobre los mismos y adoptar posiciones defendiendo una u otra condición, se hará trabajo en grupo en la que los estudiantes divididos en dos equipos argumentarán un grupo en favor de una posición y el otro otra y se establecerá entre los grupos una discusión académica para la cual los grupos deberán dar los argumentos necesarios para defender su posición y los argumentos necesarios para atacar la otra posición

DURACIÓN: 2 sesión de clase.

RECURSOS: Explicación del profesor, videos proyectados en al aula.

RESULTADOS ESPERADOS: Al finalizar la clase se espera que los estudiantes hayan alcanzado por lo menos un nivel superior al detectado en el instrumento de entrada y estén en capacidad de identificar las tesis y puedan dar razones más allá de simplemente identificar datos.

Al finalizar las actividades correspondientes a cinemática y dinámica, se realizarán evaluaciones que permitan determinar la comprensión alcanzada por los estudiantes sobre los temas estudiados y verificar principalmente el modelo explicativo alcanzado por el estudiante. Igualmente, a la finalización del momento de argumentación 2 se hará una evaluación en la que se le indagará al estudiante sobre cómo se sintió en la actividad, si cree que lo que se hizo si le permitió modificar su visión sobre la forma de defender sus ideas, si lo hecho hasta el momento le ha servido o no para conocer mejor la forma como debe enfrentarse a los temas de estudio que desconoce.

ANEXO C ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO INICIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS.

PREGUNTA 2		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “Para mi opinión lo que llevo a esta conclusión a Edwin E. Aldrin fue que en la tierra habia mas gravedad que en la luna , esto llevo a que la masa del planeta tierra sea mas fuerte que en la luna por eso el peso de el es mas en la tierra que en la luna.”. E13: “Pienso que sus argumentos se basan en que su masa en la tierra y en la luna es la misma, sin embargo su peso cambia. Sí, estaría de acuerdo con sus argumentos, ya que la cantidad de materia de su cuerpo no cambiará.”. E16: “La masa de una persona nunca cambia, en cuanto al peso del astronauta en la luna va a ser mayor que se ve afectado por la gravedad”. E19: “La aceleración de la gravedad en la luna es de 1/6 la de la tierra lo que afecta en el peso de cualquier objeto, esto entonces seria la masa la cual es el peso de Aldrin multiplicado por la aceleracion de la gravedad”. E23: “Si hay una diferencia entre el peso y la masa, puesto que elpeso es afectado por la gravedad, mientras la masa es una cantidad de materia que tiene un cuerpoya que noi es afectada por una fuerza de gravedad. Es decir, que el peso en la luna va a ser distinto al peso en la tierra, sin embargo la materia va a ser la misma.”. E24: “Pues el astronauta pudo llegar a esa hipotesis, al afirmar que el peso y la masa son conceptos diferes; ya que establecio que el peso se sentía diferente. Lo cual su argumentación fue que el peso no cambiaba porque seguia pesando igual pero su masa cambia debido a la gravedad”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: claridad en datos, conclusión errada que obedece a no diferenciar peso y masa E13: solo describe el proceso con datos. E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E24: solo describe el proceso, no es claro que entienda la diferencia entre masa y peso lo que será un obstáculo a superar

E25: “El astronauta pudo estar pensando en que el peso es una fuerza el cual en su formula involucra la masa por lo cual son diferentes, la masa es una cantidad la cual no cambia, se mantiene constante en un objeto, el peso si podría variar”. E27: “Los argumentos que el astronauta Edwin E pudo dar es que la masa que el tiene en la tierra y en la que tuvo en la luna eran la misma, ya que es la misma persona, sin embargo, el peso que tiene en la tierra es mayor que el que tuvo en la luna por las condiciones en las que estaba. Por lo tanto, si estaria de acuerdo.”.		E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso solo con datos E1P2 - N2 E13P2 – N1 E16P2 – N1 E19P2 – N1 E23P2 – N3 E24P2 – N1 E25P2 – N1 E27P2 – N1
--	--	---

PREGUNTA 3		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “Para mi seria el acelerador y el freno porque el <u>acelerador de un carro es positivo pero si se le oprime el freno seria una aceleración negativa.</u>”. E13: “La posición que tomaría en el debate es que el acelerador, el timón y el freno producen un cambio de aceleración, ya que el timón al cambiar la dirección, ocasiona un cambio de velocidad y el acelerador y freno, también cambian la rapidez con la que se desplaza el cuerpo.”. E16: “El acelerador y el freno; porque se puede generar aceleraciones negativas y al frenar el auto va desacelerando”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: describe el proceso solo con datos

E19: “Los tres objetos producen aceleración ya que el acelerador produce una fuerza que genera aceleración, el freno una desaceleración y el timon al girar tambien produce una desaceleración”. E23: “En este caso escogería el acelerador y el freno, puesto que si un carro esta en velocidad constante y en un instante el <u>acelerador del freno son ejercidos sobre el causando un aumento o desaceleracion de la velocidad</u>, habiendo un cambio en esta por lo tanto va a ver aceleracion por parte del carro”. E24: “Debido a que <u>para poder acelerar es necesario que acelere el carro (acelerador)</u>, pero tambien un indicar de la aceleración es del <u>freno porque puede estimar la desaceleración del carro</u>.”. E25: “Yo tomaría la posición de aceleración y freno, ya que <u>el acelerador es quien da el impulso y el freno es la representación de la aceleración negativa</u>, es decir, cuando esta va disminuyendo”. E27: “Los instrumentos de aceleracion seria el <u>acelerador y el freno ya que con los dos produces un cambio en la velocidad</u>.”.	- NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos, muestra un obstáculo común al pensar que la aceleración solo se produce por cambio en la rapidez E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso solo con datos, muestra un obstáculo común al pensar que la aceleración solo se produce por cambio en la rapidez E1P3 - N1 E13P3 – N2 E16P3 – N1 E19P3 – N1 E23P3 – N1 E24P3 – N1 E25P3 – N1 E27P3 – N1
--	--	--

PREGUNTA 4		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “c. Para mi es la C porque la fricción constante que ejerce la bicicleta con el paimento cada vez causa que ella se frene y supera la fuerza que se ejercio cuando empezo a pedaliar.”. E13: “b. La fricción constantemente frena la bicicleta, cuando el ciclista deja de pedalear, la fricción de la bicicleta es constante en todos sus puntos, ocasionando que la bicicleta frené con el paso del tiempo.”. E16: “b. La fricción es una magnitud externa la cual toma parte de la velocidad con la que va la bicicleta, es decir son opuestas”. E19: “c. La fuerza de fricción es opuesta siempre al movimiento”. E23: “e. La bicicleta llega al reposo puesto que sobre esta no se esta ejerciendo una fuerza constantemente, sino que solamente la inicial, logrará que al final la fuerza de rozamiento para la bicicleta”. E24: “b. Debido a que la fricción es constante hace frenar la bicicleta”. E25: “e. Hice elección de la e, primero, porque no es un sistema perfecto, la fricción ejercida por el suelo sobre las llantas hara que esta frene, debido a la ley de Newton que dice que todo cuerpo que se mantendra a menos de que se le aplique una fuerza y esto sera la consecuencia de que la d se ejecute, es decir que la fuerza inicial se gaste”. E27: “c. La respuesta c, ya que para que la bicicleta se deslice en una planada anteriormente tiene que tener una fuerza la cual le diera el impulso, esta fuerza a medida que e desliza tiene una ficcion con el suelo haciendo que esta fuerza cada vez sea menor hasta llegar al reposo.”.	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso solo con datos E1P4 – N2 E13P4 – N2 E16P4 – N1 E19P4 – N1

		E23P4 – N1 E24P4 – N1 E25P4 – N1 E27P4 – N1
--	--	--

PREGUNTA 7		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “d. Para es mayor porque la masa del camión es mucho mas que la del carro pequeño.”. E13: “c. Pienso que ejercen la misma fuerza, ya que el camion ocasiona que se detenga el auto, sin embargo el carro no mueve al camión”. E16: “c. Es igual porque el camion esta en reposo y ejerce la misma fuerza que recibe- para cada acción hay una reacción”. E19: “a. El auto ejerce una fuerza sobre el camión y no de manera contraria”. E23: “c. Por la tercera ley de Newton, la magnitud que camion ejerce por el auto es igual”. E24: “c. La fuerzas deben ser iguales ya que no se mueve el carro o camión significativamente, sino solamente colisionan igualando asi las fuerzas”. E25: “c. La fuerza que ejerce el camión sobre el carro es igual ya que el carro queda en reposo y asumimos que como consecuencia no hace hacia sobre el camión no inflinge nada”. E27: “c. Ya que la fuerza con la que choca es la misma que el camion le da al carro”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso solo con datos E16: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

		E27: describe el proceso solo con datos E1P7 – N1 E13P7 – N1 E16P7 – N2 E19P7 – N1 E23P7 – N2 E24P7 – N1 E25P7 – N2 E27P7 – N1
--	--	--

PREGUNTA 10		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “b. En mi opinión es la B porque <u>cuando llego al suelo ya estoy en reposo por el efecto de la gravedad</u> . Ademas <u>el suelo actuaria como un freno.</u>”. E13: “e. Descarto las opciones b, c y d y no consideró que <u>el suelo empuja hacia arriba mis pies</u>, porque la <u>gravedad ocasiona que sea hacia abajo</u>”. E16: “c. Porque <u>cuando estas sobre el arbol tienes una energia cinetica $E_c=0$ y una $E_p=30m$ a medida que el niño va cayendo su energia cinetica aumenta y su E_p se va volviendo cero</u>”. E19: “c. Cuando cae <u>al suelo se ejerce una fuerza normal que el impide seguir derecho</u>”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso solo con datos E16: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

E23: “a. En el instante en que el cuerpo cae al suelo este ejerce una fuerza sobre él, así mismo este en sentido contrario”. E24: “e. Tu cuerpo aplica una reacción para contrastar la fuerza de la gravedad que hace que te detengas”. E25: “a. La a ejerce una fuerza normal sobre el cuerpo, la cual no permite que continúe, la b no es ya que la gravedad es constante, la c si tenemos un cuerpo como una pelota no aplicaria, la d la fricción aplica sin embargo no es la responsable del reposo”. E27: “e. Ya que tu traes una fuerza y este sueo te detiene al tener tufuerza”.	- NIVEL 5 (N5)	E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E27: describe el proceso solo con datos E1P10 – N1 E13P10 – N1 E16P10 – N2 E19P10 – N1 E23P10 – N1 E24P10 – N1 E25P10 – N2 E27P10 – N1
---	----------------	---

PREGUNTA 11		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “c. Es la C porque cuando es lanzada el carro viene a mucha mas velocidad que yo esto causaria que la piedra caiga un poco mas adelante que yo por el momentud que lleva la piedra por causa de la velocidad del carro y el aire.”. E13: “a. El aire ocasiona que la piedra se mueva un poco”. E16: “c” No contesta E19: “a. Porque la piedra va con una energia cinetica hacia la derecha”. E23: “a. La piedra todavía tiene la velocidad en la cual iba del camión, por lo tanto esta se mueve hacia la derecha”. E24:”a. La piedra se mueve un poco a la derecha debido a que el copiloto llevaba una velocidad hacia la derecha, por lo cual Al momento de soltar la piedra esta conlleva es una pequeña dirección”. E25: “a. la a, ebido a que la piedra continua con el impulso del camión haciendo que esta se dirija a la derecha”. E27: “b. b, por la velocidad que trae el carro”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E13: describe el proceso solo con datos E16: No contesta E19: describe el proceso solo con datos, se detecta el obstáculo consistente en no poder distinguir entre magnitudes escalares y vectoriales E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E27: describe el proceso solo con datos

		E1P11 – N3 E13P11 – N1 E16P11 – No contesta E19P11 – N1 E23P11 – N2 E24P11 – N2 E25P11 – N2 E27P11 – N1
--	--	--

PREGUNTA 12		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “a. logicamente tiene que ser mayor que el peso del vagon para que esto cause que se pueda mover entonces con esta respuesta para es la A y la B . Ademas la B deve superar la inersia que ejerce.”. E13: “a. La fuerza debe ser mayor para mover inicialmente el vagón ”. E16: “a. Para que el vagon se ueva se necesita una mayor fuerza que el peso que el tenga , por eso creo que la d no sirve porque si se le aplica una fuerza menor el vagon no se va a mover”. E19: “a. Porque el peso ejerce una fuerza hacia abajo pero la fuerza aplicada debe ser mayor a la masa ”. E23: “b. Como la fricción es despreciable el peso no cuenta por lo tanto tiene que ser mayor que la inercia”. E24: “b. Debido a que debe superar la fuerza o velocidad que hace devolver ”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso solo con datos E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos

E25: “a. La a ya que es el que ejerce la fuerza que no permite el movimiento así no exista fricción existen otras fuerzas que actuan sobre este”. E27: “a. a, ya que tiene que ser mayor el peso para que haga efecto”.		E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E27: describe el proceso solo con datos E1P12 – N1 E13P12 – N1 E16P12 – N1 E19P12 – N1 E23P12 – N1 E24P12 – N1 E25P12 – N2 E27P12 – N1
---	--	---

PREGUNTA 13		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “d. Es la D porque la caja va seguir moviendose por la velocidad que se ejercia pero cuando se suelta la cuerda , esta caja se detiene porque la inercia sobrepasa la fuerza de su movimiento.”. E13: “a. Se detiene inmediatamente, ya que al dejar de ejercer la fuerza, la gravedad y la normal son las únicas fuerzas que quedan ejerciendo “.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso solo con datos

E16: “a. La caja se detiene porque para seguir moviéndose necesita una fuerza que la mueva”. E19: “a. Dependiendo de la masa pero ya que no tiene un medio para continuar con la inercia se detiene de inmediato”. E23: “b. En el instante en que la caja se rompe todavía esta posee una velocidad”. E24: “c”. No contesta E25: “b. ya que no se detendra de inmediato, sin embargo eventualmente se detendra”. E27: “b” No contesta	INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	E16: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos E24: No contesta E25: describe el proceso solo con datos E27: No contesta E1P13 – N1 E13P13 – N1 E16P13 – N2 E19P13 – N1 E23P13 – N1 E24P13 – No contesta E25P13 – N1 E27P13 – No contesta
---	--	--

ANEXO D ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO FINAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS.

PREGUNTA 2		
RESULTADOS FINALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión lo que penso el astronauta sobre la diferencia entre la masa y el peso fue que peso, es lo que pesa una partícula ya sea una persona un carro...etc por otro lado la masa es diferente.”. E13: “Creo que notó que al estar en la luna, su masa idea igual que en la tierra, sin embargo el peso cambió, debido a la gravedad. Si estoy de acuerdo con esos argumentos.”. E16: “El cerebro de Edwin pesara 1/6 más de la grabedad de la tierra y este cambio de valor de la grabedad, afecta el peso de la persona”. E19: “R: El peso actua como una fuerza de atracción de cada planeta dependiendo de la aceleración de la gravedad, mientras que la masa es mas la cantidad de materia que hay en un espacio.”. E23: “La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo por lo tanto va a ser una unidad de tipo escalar, mientras que el peso es una fuerza en la cual influye la gravedad debido a eso esta es una magnitud vectorial.”. E24: “Que para el astronauta observo que el peso estaba sujeto a la gravedad del astro, que mientras la masa del objeto no cambiaba porque tenia la misma cantidad materia.”. E25: “Si existen diferencias ya que el peso depende de la gravedad, la masa este donde este siempre sera la misma, el peso es una fuerza, la masa es una forma de medir la materia en un cuerpo.”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso solo con datos E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos E24: describe el proceso solo con datos E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E27: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

E27: “La masa sin importar donde este siempre va a ser la misma pero el peso al ser mg depende de la gravedad y al ser menor la gravedad en la luna, el cuerpo se siente mas ligero”.		E1P2 – N1 E13P2 – N1 E16P2 – N1 E19P2 – N1 E23P2 – N1 E24-P2 – N1 E25P2 – N2 E27P2 – N2
---	--	--

PREGUNTA 3		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: En mi opinión son el acelerador el freno y el timon porque 1 el acelerador afecta la velocidad directamente, el freno lo afecta “negativamente la aeele velocidad” y por ultimo el timon porque cambia la dirección de la velocidad.”. E13: “Los instrumentos que producen aceleración en un vehículo son el freno, el acelerador y el timón, ya que es un vector, por lo tanto el timón es necesario en cuanto a la dirección y con el freno y acelerador varía la velocidad.”. E16: “Los 3 instrumentos producen aceleración considerando la magnitud de la velocidad y la dirección de la velocidad”. E19: “R: Son los tres ya que al presionar el acelerador el auto aumenta su velocidad, al frenar disminuye su velocidad y al girar el timon hay un cambio de velocidad por el cambio de dirección junto con que se disminuye la velocidad que lleva.”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

E23: “En este caso todos los instrumentos del vehiculo producen una aceleracion ya que cada uno de ellos varia la magnitud de la velocidad.”. E24: “Los 3 instrumento producen una aceleración, debido a que el acelerador cambia la magnitud de la velocidad, tambien el freno y el timon cambia la dirección afectando asi la aceleración.”. E25: “la aceleración es producida tanto por el timon, el acelerador y el freno ya que los tres presentan un cambio en la velocidad, ya sea. aumentando, dis como en el caso del acelerador o disminuyendo como en el caso del freno y el timón”. E27: “El freno, el acelerador y el timón, ya que la aceleracion tiene sentido, direccion y magnitud. Por lo tanto, los 3 objetos cambiarían la aceleracion.”.		E24: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E25: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E27: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E1P3 – N2 E13P3 – N2 E16P3 – N1 E19P3 –N2 E23P3 – N2 E24P3 – N2 E25P3 – N2 E27P3 – N2
--	--	--

PREGUNTA 4		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión es la b porque, la fricción que existe entre la rueda y el piso va causar que la bicicleta se valla deteniendo y termine deteniéndose.”. E13: “La fricción detendrá la bicicleta ya que va en dirección contraria al desplazamiento.”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

E16: “El ciclista llega al reposo porque hay una fuerza de fricción contraria al movimiento que hace que el ciclista en determinado tiempo tenga $v=0$”. E19: “La fricción actúa como una fuerza contraria al desplazamiento”. E23: “La fricción a la larga supera la fuerza que mantiene a la bicicleta en movimiento, debido a que la bicicleta no sigue con esa fuerza inicial y la fricción es opuesta a la dirección de la velocidad por lo cual esta se detiene.”. E24: No contesta. E25: “La fricción va generando una fuerza, la cual va en contra del movimiento, esta aunque es constante genera un tipo de detenimiento donde la fuerza de fricción le gana al movimiento inicial”. E27: “La fuerza que lleva la cicla seguiría constante y no hay nada que la contraresta, pero al estar en condiciones reales esta la fricción la cual es una fuerza que va en el sentido contrario del movimiento”.	INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: No contesta E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso solo con datos E1P4 – N1 E13P4 – N2 E16P4 – N1 E19P4 – N1 E23P4 – N2 E24P4 – No contesta E25P4 – N1 E27P4 – N1
--	--	--

PREGUNTA 7		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión es la D porque, El camión tiene mayor masa lo cual el auto va a tener mayor fuerza.”. E13: “1) Por la ley de acción y reacción, el camión deberá ejercer cierta fuerza sobre el auto.2)Teniendo en cuenta que el auto no haya movido el camión, sino en el momento de colisionar se detenga, la fuerza debe ser igual para lograr que el auto no empuje el camión, ni que el camión haga que el auto se devuelva.”. E16: “La magnitud que ejerce el camion el cero ya que este se encuentra sin velocidad”. E19: “* despues del choque el auto quedasu quieto se necesita una fuerza mayor o igual para que esto suceda *La fuerza es mayor ya que el cambio de momento se da en un tiempo muy pequeño”. E23: “Segun la tercera ley de newton la fuerza que el auto ejerce sobre el camion van a ser iguales”. E24: “Es mayor ya que es un choque y llenergia no se pierde, lo cual compensa la velocida con que iba el carro. El carro no es capaz de mover significativamente el camión por lo cual suponemos que hay una fuerza mayor que hace destrozr el carro.”. E25: No contesta. E27: “Por las leyes de newton se dice que la fuerza que se hace sobre un objeto es igual a la que este objeto hace.”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: describe el proceso solo con datos E25: No contesta E27: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E1P7 – N1 E13P7 – N2 E16P7 – N1 E19P7 –N2

		E23P7 – N2 E24P7 – N1 E25P7 – No contesta E27P7 – N2
--	--	---

PREGUNTA 10		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión es la D porque, Debido a la fricción de aire y ademas la fuerzas que te ejerce la gravedad sobre ti causara que te detengas cuando llegues al suelo.”. E13: “El suelo empuja hacia arriba y mis pies empujan el suelo, por acción-reacción, esto hace que la sumatoria de fuerzas sea igual a cero (misma magnitud en dirección contraria), lo que hace que me detenga.”. E16: “El cuerpo tiene un peso dirigido hacia abajo y una fuerza normal opuesta, en cuanto a la tierra ejerce una fuerza de empuje hacia arriba lo que hace que el cuerpo al llegar al suelo sea cero ya que la fuerza ejercida por la tierra es mayor al peso del cuerpo.”. E19: “*el suelo hace una fuerza normal contraria al peso que va hacia el centro de la tierra *gracias al peso y la normal la sumatoria de fuerzas es cero”. E23: “Debido a la fricción que esta en el suelo hace que al momento que caiga esta me detenga”. E24: “Como sabemos las fuerzas internas son igual a cero, por lo cual nuestros al experimentar una fuerza externa, la unica que actuaría en ese momento es la tierra debido que nos empuja”. E25: “Es una acción reacción, de la manera que la caída hace que caiga al caiga al fue haga un empuje al suelo, el suelo hace un empuje sobre sus pies”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso solo con datos E24: describe el proceso solo con datos

E27: “Los pies empujan el suelo y al no poder seguir la fuerza con la que se venia se detiene.”.		E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E1P10 – N1 E13P10 – N3 E16P10 – N1 E19P10 –N1 E23P10 – N1 E24P10 – N1 E25P10 – N1 E27P10 – N2
--	--	---

PREGUNTA 11		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión es la c porque, En el momento cuando cae la pelota y ademas a la velocidad x que va la camioneta esto causara que la piedra caiga un poco mas adelante de mi pero debajo de donde esta fue tirada. E13: “Como el carro se está moviendo hacia la derecha, la resistencia al aire hace que la piedra quede frente a mí”. E16: No contesta	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: No contesta

E19: “Porque respecto al observador la piedra se suelta con una velocidad relativa al automovil que hace que avance un poco mas de donde se solto”. E23: “La piedra cae un poco a la derecha de mi posicion puesto que en ese instante la piedra lleva la velocidad de la camioneta”. E24: La piedra lleva la velocidad del camión por lo cual podemos verque se mueve un poco a la derecha y además por el marco de referencia para la persona de la camioneta yo me muevo a la izquierda E25: “la piedra toma la velocidad del camión donde fue lanzada”. E27: ya que apesar de que la camioneta tenga un movimiento la piera no y esta caera de una vez horizontalmente	- NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	E19: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E25: describe el proceso solo con datos E27: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E1P11 – N2 E13P11 – N2 E16P11 – No contesta E19P11 –N2 E23P11 – N2 E24P11 – N3 E25P11 – N1 E27P11 – N2
---	--	---

PREGUNTA 12		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: “En mi opinión es la c porque, con cualquier magnitud se podia mover el vagon porque 1 esta sobre una rueda y segundo no existe fricción por este motivo con cualquier empujon se movera.”. E13: “Ya que no existe ninguna fuerza en x que contrarreste una fuerza de cualquier magnitud qe yo ejerza.”. E16: “El empuje debe ser mayor que el peso del objeto para que este pueda moverse.”. E19: “Porque pese a que no hay fricción se requiere una fuerza mayor al peso para que la sumatoria de fuerzas sea diferente de cero”. E23: “El empuje puede ser de cualquier magnitud debido a que la friccion no influye”. E24: “Podria ejercer una fuerza de cualquier magnitud debido a que la unica fuerza en las coordenadas X, es la fuerza que yo le someti al vagon y por lo cual el vagon no va tender al reposo”. E25: “El peso es la magnitud fuerza que ejerce el vagón, es necesario una mayor”. E27: No contesta	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E13: describe el proceso solo con datos E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso solo con datos E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E24: describe el proceso a partir de los datos, obtiene una conclusión y da justificaciones E25: describe el proceso solo con datos E27: No contesta E1P12 – N3

		E13P12 – N1 E16P12 – N1 E19P12 – N1 E23P12 – N2 E24P12 – N3 E25P12 – N1 E27P12 – No contesta
--	--	--

PREGUNTA 13		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA SUBCATEGORÍA INDICADORES	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Argumentos dados por los estudiantes: E1: En mi opinión es la C porque, la caja va a seguir moviendose hasta que la fuerza de jalon desaparece y ademas la fricción va seguir frenandola “. E13: “Sigue moviendose (con la fuerza que traía) hasta que la fricción la detiene.”. E16: “La caja se detiene ya que”. E19: “por el momento de la caja continua moviendose y dependiendo de la fricción se detendra casi al instante o un momento despues”. E23: “La caja inmediatamente comienza detenerse puesto que no hay una fuerza que altere el estado de inercia de la caja.”. E24: “Debido a que se le fue estirando la caja la velocidad permacio constante y si hacemos diagrama de fuerzas podemos observar que la tension es igual a fuerza de fricción con lo cual cuando desaparece esa tensión ya no esta sometida a una velocidad constante por lo cual la aceleracion depende de la fuerza de fricción haciendo que se comience a detener.”.	CATEGORÍA: ARGUMENTACIÓN SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA INDICADORES - NIVEL 1 (N1) - NIVEL 2 (N2) - NIVEL 3 (N3) - NIVEL 4 (N4) - NIVEL 5 (N5)	ARGUMENTACIÓN E1: describe el proceso solo con datos E13: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E16: describe el proceso solo con datos E19: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E23: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión

E25: No contesta E27: No contesta		E24: describe el proceso a partir de datos y da una conclusión E25: No contesta E27: No contesta E1P13 – N1 E13P13 – N2 E16P13 – N1 E19P13 –N2 E23P13 – N2 E24P13 – N2 E25P13 – No contesta E27P13 – No contesta
---	--	--

ANEXO E ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO INICIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS.

PREGUNTA 4		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: B E16: B E19: C E23: E E24: B E25: E E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: No reconoce que la fricción existe mientras exista el movimiento E13: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E16: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E19: No reconoce la existencia de la fricción mientras haya movimiento E23: El movimiento existe mientras haya una fuerza de contacto E24: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E25: El movimiento existe mientras haya una fuerza de contacto E27: No reconoce la existencia de la fricción mientras haya movimiento E1P4 – M2 G E13P4 – M3 N E16P4 – M3 N E19P4 – M2 G E23P4 – M1 A E24P4 – M3 N E25P4 – M1 A E27P4 – M2 G

PREGUNTA 5		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: C E16: C E19: A E23: B E24: C E25: C E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Reconoce la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E13: la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E16: la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E19: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E23: Asume la necesidad de una fuerza actuante para que exista el movimiento E24: la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E25: la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E27: la atracción constante producida por la gravedad, pero involucra más fuerzas E1P5 – M2 G E13P5 – M2 G E16P5 – M2 G E19P5 – M3 N E23P5 – M1 A E24P5 – M2 G E25P5 – M2 G E27P5 – M2 G

PREGUNTA 6		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: D E13: E E16: C E19: D E23: B E24: E E25: C E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E13: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E16: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E19: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E23: El movimiento sigue la dirección de la fuerza resultante E24: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E25: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E27: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E1P6 – M2 G E13P6 – M1 A E16P6 – M2 G E19P6 – M2 G E23P6 – M3 N E24P6 – M1 A E25P6 – M2 G E27P6 – M2 G

PREGUNTA 7		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: D E13: C E16: C E19: A E23: C E24: C E25: C E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: asume la existencia de la acción por contacto E13: reconoce la ley de acción y reacción E16: reconoce la ley de acción y reacción E19: asume la existencia de la acción por contacto E23: reconoce la ley de acción y reacción E24: reconoce la ley de acción y reacción E25: reconoce la ley de acción y reacción E27: reconoce la ley de acción y reacción E1P7 – M1 A E13P7 – M3 N E16P7 – M3 N E19P7 – M1 A E23P7 – M3 N E24P7 – M3 N E25P7 – M3 N E27P7 – M3 N

PREGUNTA 8		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: A E13: B E16: A E19: A E23: B E24: B E25: B E27: A	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: No tiene claridad sobre la 1 Ley de Newton E13: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E16: No tiene claridad sobre la 1 Ley de Newton E19: No tiene claridad sobre la 1 Ley de Newton E23: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E24: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E25: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E27 No tiene claridad sobre la 1 Ley de Newton E1P8 – M2 G E13P8 – M3 N E16P8 – M2 G E19P8 – M2 G E23P8 – M3 N E24P8 – M3 N E25P8 – M3 N E27P8 – M2 GN

PREGUNTA 9		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: A E13: C E16: C E19: D E23: C E24: C E25: C E27: No contesta	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: No tiene claridad en la definición del marco de referencia del problema E13: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E16: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E19: La velocidad cambia porque actúa una fuerza de contacto que la cambia E23: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E24: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E25: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E1P9 – M2 G E13P9 – M3 N E16P9 – M3 N E19P9 – M1 A E23P9 – M3 N E24P9 – M3 N E25P9 – M3 N E27P9 – No contesta

PREGUNTA 10		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: B E13: E E16: C E19: C E23: A E24: E E25: A E27: E	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M2) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E13: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E16: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E19: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E23: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E24: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E25: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E27: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E1P10 – M1 A E13P10 – M1 A E16P10 – M1 A E19P10 – M1 A E23P10 – M3 N E24P10 – M1 A E25P10 – M3 N E27P10 – M1 A

PREGUNTA 11		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: A E16: C E19: A E23: A E24: A E25: A E27: B	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E13: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E16: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E19: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E23: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E24: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E25: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E27: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E1P11 – M2 G E13P11 – M3 N E16P11 – M2 G E19P11 – M3 N E23P11 – M3 N E24P11 – M3 N E25P11 – M3 N E27P11 – M2 G

PREGUNTA 12		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: A E13: A E16: A E19: A E23: B E24: B E25: A E27: A	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E13 El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E16: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E19: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E23: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E24: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E25: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E27: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E1P12 – M1 A E13P12 – M1 A E16P12 – M1 A E19P12 – M1 A E23P12 – M1 A E24P12 – M1 A E25P12 – M1 A E27P12 – M1 A

PREGUNTA 13		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: D E13: A E16: A E19: A E23: B E24: C E25: B E27: B	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: El movimiento existe por la acción de una causa, al romperse la cuerda la fricción lleva el cuerpo a su estado natural. E13: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E16: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E19: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E23: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E24: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E25: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E27: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E1P13 – M1 A E13P13 – M1 A E16P13 – M1 A E19P13 – M1 A E23P13 – M3 N E24P13 – M2 G E25P13 – M3 N E27P13 – M3 N

ANEXO F ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES EN EL INSTRUMENTO FINAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS.

PREGUNTA 4		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: B E13: B E16: B E19: B E23: C E24: B E25: F E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E13: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E16: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E19: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E23: No reconoce que la fricción existe mientras exista el movimiento E24: Reconoce que la acción de la fricción es cambiar el momento lineal del cuerpo E25: El movimiento existe mientras haya una fuerza actuando E27: No reconoce que la fricción existe mientras exista el movimiento E1P4 – M3 N E13P4 – M3 N E16P4 – M3 N E19P4 – M3 N E23P4 – M2 G E24P4 – M3 N E25P4 – M1 A E27P4 – M2 G

PREGUNTA 5		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: A E13: A E16: D E19: A E23: A E24: A E25: A E27: B	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E13: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E16: Reconoce que el movimiento existe solo por acción de una fuerza actuante E19: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E23: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E24: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E25: Reconoce la acción el peso para cambiar el Momento Lineal E27: Reconoce que el movimiento existe solo por acción de una fuerza actuante E1P5 – M3 N E13P5 – M3 N E16P5 – M1 A E19P5 – M3 N E23P5 – M3 N E24P5 – M3 N E25P5 – M3 N E27P5 – M1 A

PREGUNTA 6		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: A E13: E E16: A E19: B E23: B E24: E E25: B E27: B	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E13: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E16: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E19: El movimiento sigue la dirección de la fuerza resultante E23: El movimiento sigue la dirección de la fuerza resultante E24: El movimiento se ve afectado por el movimiento de a tierra E25: El movimiento sigue la dirección de la fuerza resultante E27: El movimiento sigue la dirección de la fuerza resultante E1P6 – M2 G E13P6 – M1 A E16P6 – M2 G E19P6 – M3 N E23P6 – M3 N E24P6 – M1 A E25P6 – M3 N E27P6 – M3 N

PREGUNTA 7		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: D E13: C E16: A E19: D E23: C E24: D E25: D E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: asume la existencia de la acción por contacto E13: reconoce la ley de acción y reacción E16: asume la existencia de la acción por contacto E19: asume la existencia de la acción por contacto E23: reconoce la ley de acción y reacción E24: asume la existencia de la acción por contacto E25: asume la existencia de la acción por contacto E27: reconoce la ley de acción y reacción E1P7 – M1 A E13P7 – M3 N E16P7 – M1 A E19P7 – M1 A E23P7 – M3 N E24P7 – M1 A E25P7 – M1 A E27P7 – M3 N

PREGUNTA 8		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: B E13: B E16: B E19: B E23: B E24: A E25: B E27: B	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E13 reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E16: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E19: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E23: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E24: No tiene claridad sobre la 1 Ley de Newton E25: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E27: reconoce la ley de Inercia y la conservación del Momento Lineal en ausencia de fuerzas externas E1P8 – M3 N E13P8 – M3 N E16P8 – M3 N E19P8 – M3 N E23P8 – M3 N E24P8 – M2 G E25P8 – M3 N E27P8 – M3 N

PREGUNTA 9		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: C E16: C E19: C E23: D E24: C E25: C E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E13: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E16: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E19: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E23: La velocidad cambia porque actúa una fuerza de contacto que la cambia E24: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E25: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E27: Reconoce la conservación del Momento Lineal si no hay una interacción externa que actúe E1P9 – M3 N E13P9 – M3 N E16P9 – M3 N E19P9 – M3 N E23P9 – M1 A E24P9 – M3 N E25P9 – M3 N E27P9 – M3 N

PREGUNTA 10		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: D E13: A E16: A E19: A E23: D E24: A E25: A E27: E	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: reconoce la existencia de la fricción que contrarresta la tendencia del cuerpo a seguirse moviendo E13: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E16: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E19: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E23: reconoce la existencia de la fricción que contrarresta la tendencia del cuerpo a seguirse moviendo E24: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E25: Reconoce la Ley de Acción y Reacción E27: Existe como causa del movimiento una fuerza de contacto y el movimiento desaparece cuando no existe, además todo cuerpo debe ocupar el lugar correcto E1P10 – M2 G E13P10 – M3 N E16P10 – M3 N E19P10 – M3 N E23P10 – M2 G E24P10 – M3 N E25P10 – M3 N E27P10 – M1 A

PREGUNTA 11		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: C E16: A E19: A E23: A E24: A E25: A E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E13: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E16: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E19: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E23: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E24: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E25: Reconoce la 1 Ley de Newton aplicada en el problema E27: Combina el movimiento del cuerpo con el de la tierra, no hay claridad en la selección del marco de referencia E1P11 – M2 G E13P11 – M2 G E16P11 – M3 N E19P11 – M3 N E23P11 – M3 N E24P11 – M3 N E25P11 – M3 N E27P11 – M2 G

PREGUNTA 12		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: C E16: A E19: A E23: C E24: C E25: A E27: A	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: Reconoce que puede existir el movimiento en línea recta con rapidez constante E13: Reconoce que puede existir el movimiento con velocidad constante en línea recta con rapidez constante E16: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E19: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E23: Reconoce que puede existir el movimiento con velocidad constante en línea recta con rapidez constante E24: Reconoce que puede existir el movimiento con velocidad constante en línea recta con rapidez constante E25: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E27: El movimiento requiere una causa, para que exista el movimiento debe haber una acción que supere lo que se piensa que se opone al movimiento E1P12 – M3 N E13P12 – M3 N E16P12 – M1 A E19P12 – M1 A E23P12 – M3 N E24P12 – M3 N E25P12 – M1 A E27P12 – M1 A

PREGUNTA 13		
RESULTADOS INICIALES	CATEGORÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
Respuesta para evaluar el modelo explicativo: E1: C E13: B E16: A E19: B E23: B E24: B E25: A E27: C	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SUBCATEGORÍA: M. ARISTOTÉLICO (M1) M. GALILEANO (M1) M, NEWTONIANO (M3)	MODELOS EXPLICATIVOS E1: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E13: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E16: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto E19: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E23: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E24: El movimiento se da por acción de fuerzas externa, al romperse la cuerda solo queda actuando la fricción que hace que el cuerpo empiece a detenerse E25: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto E27: El movimiento requiere que exista la acción de una fuerza de contacto. E1P13 – M2 G E13P13 – M3 N E16P13 – M1 A E19P13 – M3 N E23P13 – M3 N E24P13 – M3 N E25P13 – M1 A E27P13 – M2 G

ANEXO G FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Jaime Isaza Ceballos, candidato a la Maestría en Enseñanza de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Manizales.

Las pruebas realizadas tienen como propósito el conocer su nivel argumentativo y los modelos explicativos sobre el concepto de movimiento de los cuerpos que tenían al inicio y al final del curso. Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en las clases y responder las pruebas que se aplicarán para la determinación e los objetivos que se proponen.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas a los cuestionarios serán codificadas usando un número de identificación asignado por sorteo y, por lo tanto, serán anónimas. Una vez transcrita la información recopilada se destruirá.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él, igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la participación le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por el ingeniero Jaime Isaza Ceballos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, o si deseo obtener información sobre los resultados de este estudio, puedo contactar a Jaime Isaza Ceballos al correo electrónico jaime.isaza@escuelaing.edu.co.

NOMBRE

FIRMA