UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# “Una propuesta de enseñanza-aprendizaje de la dinámica del movimiento rectilíneo de una partícula a través de actividades experimentales usando las NTIC”.

**Yamile Buitrago Sánchez**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad Ciencias Exactas y Naturales

Medellín, Colombia

2019

# “Una propuesta de enseñanza-aprendizaje de la dinámica del movimiento rectilíneo de una partícula a través de actividades experimentales usando las NTIC”.

**Yamile Buitrago Sánchez**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar el título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director (a):

M.Sc. José Julián Ramírez Arboleda

Línea de Investigación:

Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad Ciencias Exactas y Naturales

Medellín, Colombia

2019

*A Diego Andres y Jhon Mario Sánchez,*

*Ustedes serán enriquecidos en todo sentido para que en toda ocasión puedan ser generosos, y para que por medio de nosotros la generosidad de ustedes resulte en acciones de gracias a Dios*

*2 corintios 9:11*

# Agradecimientos

A Dios por bendecirme cada día de mi vida, estando conmigo y mi familia en este proyecto.
A mis padres Horacio Buitrago y Hermelinda Sánchez, que siempre me han apoyado y motivado en todo mi proyecto de vida.
A mi esposo Jhon Mario Sánchez y a mi hijo Diego Andrés Sánchez Buitrago quienes con su paciencia y amor me han acompañado y apoyado en este proyecto.
A mi compañera Maria Celida Delgado Salas, por ser mi compañera de batalla y apoyo en las jornadas de estudio y a quien le debo su incondicional acompañamiento en esta iniciativa, fue un proyecto que realizamos juntas.
A Dagoberto Acevedo, a quien debo la paciencia, humildad y conocimiento en la elaboración del texto, del cual aprendí mucho y por ser un profesional integral excelente.
A José Julián Ramírez Arboleda, quien con mucha dedicación orientó este proceso investigativo y me mostró la senda para reflexionar sobre la evaluación y es inspiración para continuar con mi formación académica.

# Resumen

En la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez de la ciudad de Medellín se evidenciaron dificultades en los estudiantes del grado décimo para acercarse a los problemas planteados en la asignatura de Física. Esto se debía en su mayoría a las relaciones del contexto de los estudiantes y sus condiciones socioeconómicas con la manera en la cual se impartía el conocimiento relacionado con la materia, el cual establecía una distancia frente a la realidad y los contenidos desarrollados, así como una baja posibilidad de realizar estudios relacionados con la Física y las Matemáticas. Con el fin de abordar dicha problemática se buscaron alternativas, como la utilización de dispositivos móviles que unidos a objetos de uso cotidiano como balones, juguetes, utensilios de cocina, entre otros, les permitieran a los estudiantes desarrollar actividades relacionadas con la física del movimiento sin la necesidad de elementos costosos u objetos de laboratorio. En este caso, la implementación de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC), unidas a ejercicios prácticos donde se comprobaba la veracidad de ciertos fenómenos, posibilitó un acercamiento de los jóvenes a la experimentación, reevaluando y resignificando algunas actividades de la vida cotidiana y su relación con las actividades académicas. También se hizo uso de la plataforma ERUDITO, de la Universidad Nacional de Colombia, con el fin de desarrollar ejercicios relacionados con la asignatura de Física de una manera amena y divertida. Como resultado, los estudiantes que participaron en el proceso tuvieron cambios positivos tanto en la percepción que tienen frente a los fenómenos físicos que los rodean, como en la actitud con la que afrontan sus responsabilidades académicas en el área de Física.

**Palabras clave:**

Experimentación, Física del movimiento, Proceso educativo, Cotidianidad, Aprendizaje significativo, NTIC

# Abstract

In the Joaquin Vallejo Arbeláez Educational Institution of the city of Medellin, evidenced difficulties in tenth grade students to approach problems raised in the subject of Physics. This was mostly due to relations of the context of the students and their socioeconomic conditions with the way in which knowledge related to the subject was imparted, which established a distance from reality and developed contents, as well as a low possibility of studies related to Physics and Mathematics. With the in order to address this problem, alternatives were sought, such as the use of mobile devices that together with everyday objects such as balls, toys, kitchen utensils, among others, allowed students to develop activities related to movement physics without the need for expensive items or laboratory objects in this case, the implementation of the New Technologies of the information and Communication (NTIC), together with practical exercises where checked the veracity of certain phenomena, made possible an approach of the young people to experimentation, reassessing and resignifying some activities of the daily life and its relationship with academic activities. He also made use of the ERUDITO platform, from the National University of Colombia, in order to develop physics related exercises in a fun and entertaining way.

As a result, the students who participated in the process had changes positive both in their perception of the physical phenomena that surround them, as in the attitude with which they face their academic responsibilities in the area of Physical.

**Keywords:**

Experimentation, Movement physics, Educational process, Everyday life, Meaningful learning, NTIC

# Contenido

**Pág.**

1. 111.1 111.2 121.3 121.4 141.4.1 141.4.2 142. 152.1 192.2 213. 264. 315. 365.1 **¡Error! Marcador no definido.**5.2 **¡Error! Marcador no definido.**6. Anexos 37

A. Anexo Prueba Pre y Pos test 37

B. Anexo Módulo 1 43

C. Anexo Módulo 2 48

D. Anexo Módulo 3 58

# Lista de tablas

**Pág.**

**Tabla 1 Planificación de actividades** **30**

**Tabla 2: Resultados Prueba Pre-test.** **31**

**Tabla 3: Resultados Prueba Pos-test** **32**

**Tabla 4: Resultados de comparar los aciertos entre Pre-test y del Pos-test** **33**

# Introducción

Explicar Física sin experimentación carece de sentido. Sin embargo, la falta de materiales o de espacios adecuados en las instituciones educativas de nuestro país es una constante que no se ha abordado con la importancia que se merece. Pretendemos ser un país desarrollado sin invertir en la educación, lo cual se convierte en un sinsentido. Sin embargo, como docentes que debemos enfrentar la realidad, podemos elegir dos opciones: esperar la voluntad y los recursos para tener espacios adecuados o buscar alternativas mientras que la primera sucede. En mi caso, decidí buscar opciones para fortalecer el aprendizaje en los estudiantes de la institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez de la ciudad de Medellín.

Es importante buscar opciones para socializar los temas debido a que, al crecer en una sociedad tan mediática, los jóvenes han perdido parte de su capacidad de asombro, creen saberlo todo debido a la saturación constante de información y por ende, no se realizan preguntas sobre los fenómenos que les rodean. Si bien es pretencioso esperar que el trabajo desarrollado en este trabajo cambie la realidad de muchos estudiantes, por lo menos si propone despertar dudas, y al dudar generar interés por los contenidos de la materia de Física. De la misma manera, la articulación de las NTIC con actividades de experimentación utilizando objetos cotidianos, vinculados a su vez con la teoría de la física del movimiento, permite que las pruebas de seguimiento que se realizan (Pre y Pos Test) tengan cambios significativos entre sí, en la búsqueda de un fortalecimiento en la capacidad de aprendizaje del grupo focal seleccionado (Estudiantes del grado 10°).

En este trabajo se abordan en primera instancia la descripción del problema y objetivos que se pretenden alcanzar. A continuación, el marco teórico donde se definen algunos conceptos relacionados con las Teorías del aprendizaje significativo y, basado en ellas, la

metodología propuesta para trabajar con los estudiantes, la cual se compone de una articulación entre las NTICS y la experimentación dentro y fuera del aula. Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones, apoyadas en los resultados de los ejercicios propuestos.

# 1. Descripción del problema y objetivos

## 1.1 El problema

En la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez, ubicada en el barrio Llanadas de la ciudad de Medellín, se evidencian dificultades por parte de los estudiantes en el desempeño de la asignatura de Física durante su formación en el ciclo 5 de educación media. Existen factores culturales que influyen en esta situación, como las ideas preconcebidas de que las Ciencias Exactas son aburridas, que no van a entender o que solo son buenas en ellas los mejores estudiantes del colegio. A esto se suma que los estudiantes de este sector, debido a las dificultades de su entorno inmediato, priorizan actividades de subsistencia para ellos y sus familias (trabajo informal cargando materiales de construcción o camiones de alimentos, cuidar hermanos menores, dedicarse a labores domésticas, etc.) lo cual los priva del tiempo necesario para observar o comprender de manera crítica el mundo que los rodea, sus necesidades inmediatas se distancian de la planeación a futuro que intenta fomentar en ellos la institucionalidad educativa. Además, los estudiantes no poseen formación o acercamiento a la parte experimental y en la asignatura las clases suelen ser brindadas a partir de fórmulas no derivadas y sin soporte experimental. Lo anterior es entendido en la institución como “clase magistral”.

En las pruebas externas se evidencian resultados bajos en el desempeño de las áreas de Matemáticas y física, consecuencia de factores económicos, conflictos sociales y vacíos académicos. Por ejemplo, en el Ranking de colegios de Antioquia 2018, entre 1508 colegios, la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez ocupó el puesto 864, con un promedio en Matemáticas de 44,85 frente a un 73,84 del primer puesto en la misma materia. La parte lógica evaluada que se adquiere con la experimentación, es escasa o nula, no asocian un evento como consecuencia de otro y se dedican a hacer mecánicamente los procesos sin interiorizarse, ni aplicarlos al entorno físico.

Con este panorama y sin algún cambio aparente, los resultados de las pruebas seguirán siendo los mismos o tendiendo a empeorar, ya que los estudiantes estarán más apáticos y poco receptivos, desmotivados y sin interés por mejorar en matemáticas y/o física: Se hace necesario ayudarles a perfilar su orientación vocacional y poder mejorar tanto su futuro como su calidad de vida.

Para lograr una mejor comprensión de los temas o contenidos estudiados es necesaria una interacción con el entorno, que analicen su mundo, que lo vean, y lo disfruten para encontrar la lógica de las leyes que lo rigen. Es fundamental que aprendan a utilizar sus herramientas para conocer y descubrir el mundo que los rodea y así poder proponer una mejor mirada al universo. Es necesario que los estudiantes aprendan a dudar, para que así puedan cuestionar su entorno y descubrir diferentes formas de disfrutarlo y porque no, mejorarlo.

## 1.2 La pregunta

¿Qué estrategias se pueden implementar en un espacio de experimentación de la física en el estudio de los principios de la mecánica clásica, utilizando elementos cotidianos, de fácil uso y acceso como las NTIC para motivar el interés por el área a los estudiantes del grado 10° de la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez?

## 1.3 El contexto

La Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez es una Institución oficial que cuenta con tres sedes que atiende una población de 2300 estudiantes desde transición hasta el grado 11, con un alto porcentaje de mayores de edad. Está ubicada en el barrio Llanaditas, Zona centro oriental de Medellín, comuna N°8, “producto de una migración ocurrida a mediados del siglo pasado, tomando auge sobre todo en la época de la violencia de los años 1945 a 1958. En su mayoría la población es de desplazamiento forzado de los departamentos del Chocó y de municipios antioqueños como Ituango y Mutatá, (...) lo que genera que la mayoría de la población sea afrocolombiana”. ((I.E. Joaquín Vallejo Arbeláez, 2018)

> “Las familias que pertenecen a la institución se encuentran entre los estratos 1, 2, y 3 (principalmente 1) y sus condiciones de pobreza son altas. El nivel de escolaridad de los padres no va más allá de la primaria”, (...)” muchas familias sobreviven con el subsidio del gobierno nacional denominado Familias en Acción y se convierte, junto con el servicio de restaurante escolar, en una razón fundamental para escolarizar los niños, niñas y adolescentes.”

(I.E. Joaquín Vallejo Arbeláez, 2018)

> “Desde lo académico se trata de una población con procesos bastante desiguales que requieren una necesidad de acoplamiento con las exigencias nacionales. Los diagnósticos realizados a la fecha, reflejan falencias en de adquisición de competencias y los procesos de enseñanza aprendizaje, sobre todo en las habilidades superiores del pensamiento”.

(I.E. Joaquín Vallejo Arbeláez, 2018)

Aunque la planta física de la institución contempla diversos espacios de aprendizaje, aulas especializadas, auditorio, biblioteca, salas de sistema, Medellín digital, amplias zonas verdes y aulas talleres con material didáctico, los estudiantes no aprovechan estos recursos para profundizar en los temas tratados desde el área de física.

> El PEI de la institución parte del modelo cognitivo social, con un carácter misional fundamentado en los valores institucionales y en formar estudiantes capaces de liderar proyectos en su entorno a partir de unas competencias básicas y laborales, partiendo de valores fundamentales que determinan una formación integral humana (Construcción Colectiva, 2009).

(I.E. Joaquín Vallejo Arbeláez, 2018)

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Diseñar y desarrollar una propuesta experimental para la enseñanza - aprendizaje de la dinámica del movimiento rectilíneo de una partícula por medio del uso de las NTIC, que pueda ser aplicada para los grados 10° en la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las posibles causas por las cuales los estudiantes están en un grado alto de desmotivación académica.
- Comparar las posibles causas y circunstancias conocidas previamente para mejorar la metodología implementada.
- Diseñar estrategias metodológicas elaboradas con elementos comunes de su entorno para la apropiación del concepto de movimiento propuesto por la cinemática.
- Evaluar los resultados de las estrategias metodológicas con el fin de darle continuidad y aplicación en otros conceptos de la física.

# 2. Marco teórico

Los seres humanos han tratado por siglos de describir el comportamiento de la naturaleza, apoyándose en la observación de la misma y en las dudas individuales frente a lo que se ve. Esta actitud crítica hacia la naturaleza, que entre otras ha permitido el desarrollo tecnológico actual, no siempre aparece de forma espontánea y es en el escenario académico donde mejor puede estimularse.

Con miras a promover en los estudiantes un mayor grado de interés hacia el conocimiento, especialmente en el área de la física. Se propone una metodología que parta de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2012), en la cual se planteen actividades que integren contenidos de la Dinámica, que fomenten el autodescubrimiento de conceptos, leyes, fórmulas y principios de manera significativa.

De acuerdo a la teoría de Moreira (2012) y su "*Principio del conocimiento previo*, aprendemos a partir de lo que ya sabemos", solo aprendemos de lo que sabemos o modificando nuestros conocimientos previos. De acuerdo a esto, el conocimiento preliminar de los estudiantes es la variable más importante para que logremos un aprendizaje significativo, ya que influye en la construcción o reformulación de nuevos significados. En esta fase se desarrollará una actividad de indagación de conceptos y una observación inicial del movimiento.

Continuando con el "*Principio de abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable"*, el cual plantea que al dejar que el alumno hable más,(...) ¿Por qué no dejar que el alumno interprete lo que está en los libros y comunique su interpretación a los compañeros y al profesor?(...) Este principio es complementario al de "La no utilización de la pizarra y de la no centralización del libro de texto" (Moreira, 2012), donde se propicia el intercambio de

conocimientos, ya que el profesor no hablará o no escribirá en el tablero, lo que está en el libro por tanto los alumnos no transcribirán al pie de la letra los conceptos. Para ello se abrirá un conversatorio sobre el movimiento, en el cual ellos expresen sus saberes, lo que han visto e invitándolos a buscar la manera de explicar el fenómeno.

Se seguirá con la propuesta de Moreira ( 2012) basada en el "*Principio de la no centralización del libro de texto"*, el cual plantea que el libro de texto es solo uno de los muchos materiales a disposición del docente y se invita a cuestionarlo. Por esto, el uso de documentos, artículos y otros materiales educativos deberán ser cuidadosamente seleccionados con el fin de motivar a los estudiantes a que por su iniciativa personal adquieran el conocimiento, resuelvan sus dudas o que generen más. Servirá de ayuda el apoyo del juego erudito, la lectura de artículos seleccionados previamente y otros elementos que muestren la diversidad de búsqueda de la información. En el caso del juego erudito, se afrontan desafíos de conocimientos que deberán leer previamente.

Según Moreira (2012) y su "*Principio Del aprendiz como Receptor/Representador"*, la cuestión es que el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe (...) y lo representa, lo más importante es la representación del alumno. El momento de explicarse a sí mismo el problema o la situación, facilita que pueda ser un aprendizaje significativo y crítico, que no den por cierto todo lo que se les dice y que analicen la situación. Esto se verá reflejado en el análisis de problemas contextuales, al realizar mapas conceptuales de lecturas seleccionadas, que organicen y discriminen las ideas e hipótesis formuladas por los estudiantes para que sean comparadas y relacionadas con las de sus pares.

En el proceso de aprendizaje se requiere que el alumno resignifique su propio lenguaje con el fin de darle sentido a lo que aprende. Desde el "*Principio del conocimiento como lenguaje*, se establece que este está lejos de ser neutro en el proceso de percibir y de evaluar nuestras percepciones" (Moreira, 2012). Aprender un área del conocimiento es aprender de manera significativa su lenguaje, no solo palabras sino también signos y símbolos, es hacer una nueva lectura de la matemática para aplicar sus conocimientos, describir el fenómeno físico del movimiento según las leyes establecidas desde la mecánica.

Para ello, se plantea la descripción de conceptos y leyes del movimiento con realización de gráficos de los movimientos involucrados para que los estudiantes expresen estos conceptos por medio de exposiciones grupales.

El momento evaluativo es importante a la hora de mirar los resultados, dado que se permite analizar en dónde existen mayores fortalezas y aspectos por fortalecer. Se toma como referente el "*Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza*, (Moreira, 2012). El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa del estudiante y de hecho, promueve una enseñanza centrada en el alumno. De lo cual se facilita un aprendizaje significativo crítico, propiciando que el alumno explore toda su creatividad, sin limitarse o apegarse a encontrar respuestas en el tablero que demuestre sus conocimientos en diferentes formas.

Una actividad relacionada con la actividad evaluativa es partir de una pregunta individual sobre un fenómeno cotidiano (¿por qué caen los objetos?, ¿cómo vuelan las aves?, ...) pero agotando en primera instancia las preguntas a personas de su entorno y formulando hipótesis sobre las mismas, antes de acudir a las fuentes bibliográficas —bien sean físicas o digitales— para corroborar o refutar los resultados iniciales a los cuales se llegan, con el objetivo de que los estudiantes identifiquen la física en su entorno.

La propuesta también se fundamenta con el "*Principio de incertidumbre del conocimiento*. Las definiciones, preguntas y metáforas son tres de los más potentes elementos con los cuales el lenguaje humano construye una visión del mundo" (Moreira, 2012). Pues para poder realizar una participación activa se debe fomentar la formulación de inquietudes.

Es posible que el alumno logre un aprendizaje significativo crítico cuando encuentre sus propias definiciones, conclusiones y cuando comprenda el problema que él mismo planteó, sin embargo, para llegar a este punto, primero se hace necesario que el estudiante pierda el miedo a hablar en público. Entonces se plantea la realización de exposiciones acerca de los diferentes tipos de movimientos, mesas de discusión, entre otras, en las cuales por medio de definiciones y metáforas matemáticas en especial con la geometría se llegue al descubrimiento de las leyes que rigen el movimiento.

El proceso evaluativo se apoya, en el "*Principio del aprendizaje por error" (Moreira, 2012)*, el cual busca concientizar frente a la aceptación del error como parte fundamental del

proceso de construcción de saberes, donde se avanza a través de la superación del error y el reconocimiento de la falla.

Entender cuál es el error invita a pensar críticamente y aprender a aprender. Aprendiendo a través de su superación, los alumnos se verán expuestos a sus errores y a reconocerlos. Se realiza por medio de la revisión entre profesor y alumno de los conceptos errados, buscando promover que el alumno elabore una situación problema, el cual refleje las consideraciones más importantes que debe tener el movimiento que plantea.

También se busca que los principios mencionados previamente no sean abordados de manera separada. Los principios de abandono de la narrativa, del conocimiento como lenguaje y de la no centralización en el libro, son fundamento para la realización de un video. Producto donde los alumnos recreen alguno de los movimientos analizados previamente, en el cual se desarrolla esa parte de observación y análisis de su comportamiento y representación simbólica.

Se propone esta metodología con el fin de invitar a los estudiantes a generar un cambio en el cómo, el dónde y la manera como se acercan al conocimiento de las ciencias exactas, puntualmente a la física. Para que logren verla como la ciencia que explica el comportamiento de la naturaleza en la cual viven y cómo se relaciona con su cotidianidad. En aras de un aprendizaje crítico y significativo, construido por ellos y, de ser posible, logren cambios y planteen mejoras a su manera de vivir.

## 2.1 Referente disciplinar

El hombre desde sus inicios en la historia ha transformado el entorno para su beneficio. Desde la invención del fuego hasta los viajes espaciales, el ser humano siempre está en continua búsqueda del conocimiento. Cuando nace la filosofía (amor por la sabiduría), nace también la filosofía de la física (filosofía de la naturaleza), la cual ha ayudado a entender las situaciones cuantificables y medibles que están presentes en la cotidianidad. De esta manera, la física —y los descubrimientos relacionados a ella— es una de las ciencias que más ha ayudado al bienestar de la humanidad, dando claridad a los fenómenos que se nos presentan en la vida diaria.

Un ejemplo de ello es la Cinemática, la parte de la física encargada de describir cómo se mueven los cuerpos, pero no sus causas. Aportes como los de Galileo con sus famosos estudios de caída libre y Newton, quien propone las leyes del movimiento dando origen a la física clásica.

> Como lo afirma Yves Chevallard (1991) en la "transposición didáctica" y Shulman (1987) en el "Conocimiento Didáctico del Contenido" que dicen *que la ciencia "escolar" no es una mera traslación al aula de los saberes y quehaceres científicos. Enseñar ciencias en la escuela implica principalmente:*
>
> • *Relacionar el conocimiento científico con el conocimiento que los estudiantes tienen y pueden construir.*
>
> • *Introducir paulatinamente al alumno en las cuestiones científicas conceptos, métodos, leyes, etcétera.*
>
> • *Y lo más importante, transformar el conocimiento científico en conocimiento enseñable. Esta es una diferencia con la ciencia experta, o ciencia de los científicos, ya que los objetivos de la ciencia escolar están relacionados con los valores de la educación que la escuela se propone transmitir.*
>
> *(Huamán & Rubén, 2010)*

De ahí su importancia, ya que la ciencia permite el establecimiento de bases fundamentales a los estudiantes, que basadas en el método científico y sus normas, permiten, por ejemplo, seguir una instrucción específica, cumplir una secuencia de acciones para lograr un resultado y tomar medidas de acuerdo a la observación de las condiciones del entorno. Lo cual, si se realiza como un ejercicio consciente y constante, influye de forma positiva en la toma de decisiones autónomas, reflexivas y críticas con las cuales pueden fortalecer la interpretación de la realidad particular de su contexto.

En el caso de la Dinámica, su importancia en la enseñanza de la física reside en que ayuda a la interpretación de modelos físicos simples, en la descripción del movimiento de los cuerpos. Apoyados en sus saberes previos en álgebra, geometría y cálculo, los estudiantes pueden contextualizar estos conocimientos abstractos en la vida real. Dado que en la Dinámica se utilizan términos como posición, tiempo, velocidad, aceleración, caída de los cuerpos, gravedad, fuerza, acción - reacción e inercia entre otros, los cuales, al ser utilizados comúnmente en su lenguaje diario, sirven de puente para acercar la matemática y la física a la cotidianidad.

Es importante destacar que el estudio de la física, da claridad y/o lógica para entender la manera cómo se comporta nuestro entorno. Abre la mirada y les da otro sentido a los fenómenos físicos observados, permite reconocer cosas que no se ven a simple vista y despierta interés por descubrir más en cualquier otra dirección, no solo en la científica.

Según los DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje) y los lineamientos curriculares, desde el *Ministerio de Educación Nacional* (1998) "*se plantea que la finalidad del área de ciencias naturales y educación ambiental es desarrollar en los estudiantes competencias básicas a través de los siguientes procesos formativos: investigación científica básica, formación de conciencia ética sobre el papel de las ciencias naturales en relación con el ambiente y a la calidad de vida y finalmente, la formación para el trabajo".* El estudio del movimiento contribuye al cumplimiento del objetivo citado, siendo éste, conocimiento básico de la física, en el acercamiento que se pretende hacia las ciencias, con procesos de pensamiento crítico, reflexivo y la formulación de hipótesis que conllevan a establecer relaciones con el ambiente y la calidad de vida.

La implicación de la enseñanza de la Dinámica en la institución pretende formar ciudadanos que sean capaces de tomar estos conocimientos para aplicarlos en procesos industriales con el uso de nuevas tecnologías y para que sean analizados críticamente en función de lograr el mejoramiento progresivo de su contexto.

## 2.2 Antecedentes

### A nivel internacional

En su trabajo de grado “Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC”, José Ferreira y Romel Rodríguez (2011) nos proponen que la actividad experimental es una estrategia para la comprensión de la tercera ley de Newton. La investigación se trabajó bajo un modelo flexible, con un diseño cuasi experimental donde se contó con un grupo control y uno experimental y se llegó a la conclusión que las actividades experimentales demostrativas lograron que el grupo experimental comprendiera mejor la tercera ley de Newton.

En el trabajo “Tareas docentes con un enfoque sociocultural en la enseñanza de la física” presentado por Oscar Portuondo y Francisco Pedroso (2018) consideran que la enseñanza de las ciencias se debe orientar a la resolución de problemas que los estudiantes afrontan en la vida, en el proceso de formación que la sociedad exige.  el docente debe tener un enfoque sociocultural y se hace necesario un referente teórico desde la didáctica de las ciencias y la necesidad de proponer tareas con este enfoque.

Felipe Quintanal (2014) nos propone en su trabajo “El uso de minijuegos en la enseñanza-aprendizaje de física y química de bachillerato” que el uso de esta herramienta motiva a los estudiantes y mejora el desarrollo de sus habilidades en las TIC. El proceso de trabajar desde el desarrollo de juego en los cuales deban superar su conocimiento y poder

interactuar con la tecnología, los motiva e incentiva hacia alcanzar los conocimientos que antes, para ellos, eran aburridos.

Las profesionales Angela Cova y Xiomara Arrieta (2012) nos proponen en su trabajo "Importancia de evaluar software educativos utilizados en la enseñanza del aprendizaje de la Física" que la tecnología ha evolucionado a una escala enorme, en la enseñanza de diversas áreas, con la construcción de diversos software educativos. Evaluar la herramienta es el objeto de investigación, como funciona, sus debilidades y sus logros en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física. Sus resultados nos indican que se necesita una revisión constante, al momento de aplicarla con los estudiantes.

En el texto "Enseñanza problémica de la física" de César Mora (2005) nos plantean que al momento de planear una actividad educativa esta debe estar encaminada a la solución de problemas teóricos o situaciones problema que se dan en el área, con esto se propone métodos activos de enseñanza. Las actividades sitúan al alumno en una posición activa y proactiva, con lo cual se desarrolla una capacidad de adquirir conocimiento y le da facilidad para resolver problemas en su quehacer profesional.

En la revisión de la tesis "Secuencias didácticas ABP para principios de la dinámica y leyes de Newton en Bachillerato", de Adela Téllez (2013), nos plantea el método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) el cual se usa para la enseñanza de diferentes áreas de la ciencia. Se presenta su aplicación en la enseñanza de la física a nivel bachillerato para los temas de Dinámica y Leyes de Newton. Donde se contrastaron dos grupos, uno de control, el cual se preparó bajo el método tradicional y otro grupo experimental, que trabajó con la aplicación de ABP. Los resultados de la aplicación de ABP resultaron más efectivos, fomentando la interacción entre los estudiantes, la participación, análisis y resolución de problemas planteados.

## A nivel Nacional

Los trabajos y propuestas a nivel nacional nos ayudan a complementar la propuesta, como en el trabajo de “Plataforma mlearning como apoyo a las actividades de enseñanza aprendizaje en la física mecánica” (Torres, 2012) que trata de potencializar el uso de las tecnologías, viendo el problema de la mortalidad de los estudiantes de ingeniería en los primeros semestres, en el área de física. El incremento en la deserción estudiantil ha motivado a buscar alternativas para acercarnos más y de forma efectiva a la enseñanza a través del uso de estos dispositivos

En el trabajo “Reflexiones sobre la enseñanza de la física” de Pedro Pablo Burbano (2001) se nos propone dar ideas para responder a las preguntas ¿para qué?, ¿por qué?, ¿qué? y ¿cómo enseñar física? y se resalta el papel que la física tiene en la formación de los estudiantes, siendo la física una de las primeras ciencias en dar explicación y comprensión al universo.

Otro trabajo es “La experimentación como didáctica en la enseñanza de la física” (Salinas Díaz, 2013), una tesis de la Universidad Nacional que nos propone que la parte experimental es la forma más efectiva de demostrar un hecho científico. La experimentación es la herramienta más eficaz de las metodologías, basada en la Metodología Aprendizaje Basado en Problemas, lo que le da al estudiante un rol activo, propositivo y autónomo, con lo cual se fomenta la indagación, reflexión y resolución de problemas propuestos.

En el texto “Aplicación de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje área de física, grado décimo, módulo trabajo y energía en la I.E.C.M” (Ordóñez, 2013) se propone un trabajo de acercamiento hacia las TIC, logrando motivar a los estudiantes en un trabajo colaborativo y la apropiación de nuevas estrategias de aprendizaje, evidenciando que los docentes deben estar más actualizados en el tema.

Desde el trabajo de maestría de Libio Revelo (2014), el cual lleva por título “La metodología del aprendizaje entre pares aplicada en la enseñanza de la física en educación básica”, nos propone una metodología de aprendizaje a partir de la construcción entre pares, para mejorar la comprensión de los conocimientos básicos en física.

Y de igual manera el texto elaborado por Carlos Ortega (2012) el cual titula “Diseño y aplicación de guías didácticas como estrategia metodológica, para el fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de física”, en el que nos propone el cambio de actitud por parte de los estudiantes, los cuales son apáticos y poco receptivos. Se evidencia experimentación y validación de conocimientos, por parte de los estudiantes al momento de dejarlos ser autónomos en su proceso con la ayuda de las tecnologías.

## A nivel local.

A nivel local encontramos el trabajo “Evaluación de competencias científicas en la enseñanza de la física específicamente en el aprendizaje de las leyes de Newton” elaborado por Mauricio Castro L. (2014) en el cual se potencia el pensamiento científico con la aprehensión de conocimientos de la mecánica Newtoniana, brindándonos una alternativa al momento evaluativo de las áreas disciplinares.

Se revisa una “Propuesta para el trabajo de la física bajo la metodología de aula invertida en la I.E La Milagrosa en el grado décimo” elaborada por Leonel de Jesús Roldán Marín (2017) en la cual se apropian las nuevas tecnologías y partiendo de los conocimientos previos que el estudiante tiene de su contexto se apropia de los conocimientos por descubrimiento y práctica, generando en él competencias ciudadanas para la vida.

Dicho trabajo presenta una propuesta para implementar la metodología de aula invertida en la enseñanza de la física, en la rama de la mecánica, específicamente en cinemática en el grado décimo tres en la I.E. La Milagrosa de la ciudad de Medellín, basados en el constructivismo de David Ausubel, apoyados en la plataforma PhysicsSensor de la Universidad Nacional de Colombia, la plataforma educativa Edmodo, los lineamientos de ciencias naturales y los fines de la educación en Colombia.

El trabajo que nos presenta Roldán (2017) busca dinamizar la enseñanza de la física a través de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, presentando una propuesta innovadora, moderna, donde el estudiante, partiendo de los conocimientos que

tiene del mundo de la vida, se apropia de los conocimientos científicos por descubrimiento y mediante la práctica, dejando de percibirlos como algo que sólo tiene validez en el aula y como receptor pasivo de información. Información que no tiene ningún sentido para él y a la cual no le ve aplicabilidad, convirtiéndose en un sujeto activo de su aprendizaje, volviendo el aula en un lugar de vida, un lugar real, de integración, de comunicación, de trabajo colaborativo y generador de múltiples aprendizajes, no sólo en la física, sino transversal a otras áreas, generando competencias ciudadanas que lo devuelven al mundo de la vida con un pensamiento transformado.

Otra idea se observa en el trabajo “Diseño e implementación de una propuesta para enseñar conceptos físicos en básica primaria basada en la teoría del aprendizaje significativo” (Salcedo & Covaleda, 2015), que es una estrategia experimental a partir del concepto de fuerza. Experiencia significativa basada en la experimentación, propuesta a estudiantes del grado 5° con la perspectiva de Aprendizaje significativo de Ausubel, evidenciándose apropiación del concepto y el disfrute del aprendizaje de las ciencias.

# 3. Metodología (Procedimiento)

En el diseño metodológico para el desarrollo y aplicación de esta propuesta se hizo referencia a la Investigación - Acción; que pretende mejorar la práctica a través de su transformación, al mismo tiempo que procura comprenderla, haciendo que el docente reflexione de forma crítica sobre su labor para contribuir al mejoramiento en la educación.

Esta propuesta se fundamentó en la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Marco Antonio Moreira (2012), como base para realizar intervención en el aula para el grado 10º-1 de la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez.

## 3.1 Enfoque: Cualitativo

La propuesta de enseñanza de la dinámica, se apoyará en el método Investigación - Acción, basado en un enfoque cualitativo, donde Gregorio Rodríguez G., Javier Gil F., Eduardo García J. (1996) señalan que *"Como objetivos que se pretenden con la investigación participativa se destaca, por una parte, producir conocimiento y acciones útiles para un grupo de personas; por otra, que la gente se empodere/ capacite a través del proceso de construcción y utilización de su propio conocimiento".*

La Investigación – Acción con enfoque cualitativo ubica al docente para informar con objetividad las experiencias y observaciones del contexto social. Por otra parte, se acerca al estudiante desde una perspectiva real, que a su vez nos da una información precisa de sus experiencias, opiniones, juicios de valor, entre otros, por medio de herramientas como entrevistas, documentales y charlas.

## 3.2 Método.

El método a utilizar en esta propuesta de enseñanza será el de Investigación - Acción, fundamentado en la observación y experimentación; el análisis de casos y la extracción de diferentes conclusiones. En el método se destacan cuatro fases, que son:

**Fase 1: Diagnóstico**

En esta propuesta se refiere al planteamiento del problema, la formulación de la pregunta, el planteamiento de un objetivo general, objetivos específicos y la revisión bibliográfica.

**Fase 2: Diseño**

Consiste en el diseño de los materiales que se van a utilizar en la propuesta, tales como clasificación de lecturas utilizadas en la wiki, consecución de videos apropiados, realización del juego Erudito y la elaboración de talleres, evaluaciones y guías de laboratorio.

**Fase 3: Intervención**

Es la aplicación de la propuesta en el aula que se hará por medio de actividades lúdicas como, la implementación de problemas contextuales, la observación del movimiento y el concepto de Fuerza.

**Fase 4: Evaluación**

Consiste en la construcción de elementos evaluativos globales que se aplican con los estudiantes para realizar un análisis de su desempeño.

## 3.3 Instrumentos de recolección de la Información.

Para la propuesta de enseñanza del movimiento se plantean los siguientes momentos para la recolección de la información:

- ✓ Preámbulo del proceso.
  - ❖ En este momento se aplicará un cuestionario (Anexo A) con preguntas de sus conocimientos previos en el tema de movimiento y las leyes de Newton. Si reconocen el lenguaje y sus clasificaciones, con estos resultados se realizará un análisis para identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes.
  - ❖ Con el cuestionario se abre un diálogo entre los estudiantes para encontrar un consenso entre sus ideas.
  - ❖ Los estudiantes formularán preguntas de términos no conocidos.
  - ❖ Se realizará u breve repaso de conocimientos matemáticos, de su lenguaje y formas de funciones lineales y cuadráticas (Anexo B).
- ✓ Durante el proceso
  - ❖ Observación de videos donde se evidencian de manera lúdica y agradable los diferentes movimientos con sus características.
  - ❖ Observación de movimientos en forma directa y explicativa donde se detalle en clase las características del movimiento y las leyes de Newton (Anexos C y D).
  - ❖ Elaboración y resolución de problemas, el cual consiste en contextualizar en la vida diaria, como se evidencian los diferentes tipos de movimiento y aplicación de fuerzas en objetos cotidianos.
  - ❖ Aplicación del juego Erudito, que consiste en la superación de retos, por medio de preguntas, a partir de un material de apoyo que también se les proporciona.

- ❖ Experimentación en el aula para que en trabajo grupal recreen los diferentes tipos de movimiento al igual situaciones con aplicaciones de fuerzas en objetos, con su respectivo análisis.
- ✓ Culminación del proceso
- ❖ La forma de evaluar se realizará por medio de una evaluación escrita del cuestionario inicial (Anexo A) para comparar el nivel alcanzado o si se evidencia algún cambio del inicio de la intervención con el final.
- ❖ Realización de un video con un informe que reporte los datos obtenidos y las características del movimiento o la ley de newton escogida.

## 3.4 Población y muestra.

La población seleccionada para realizar esta propuesta de profundización serán los estudiantes de bachillerato del grado décimo de la Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez, ubicada en el barrio de Llanadas del municipio de Medellín, departamento de Antioquia, de estrato socioeconómico 1 y 2. Este grado cuenta con dos grupos de 40 estudiantes cada uno, aproximadamente, sus edades oscilan entre 16 y 18 años. Se tomará como muestra el grupo 10°1, a quienes se les aplicará la propuesta de enseñanza del movimiento.

## 3.5 Impacto esperado.

Se espera con la aplicación de esta propuesta metodológica, que al finalizar el tema de movimiento los estudiantes del grado décimo cuenten con herramientas que les ayuden a lograr un aprendizaje significativo crítico. Para mejorar su capacidad de observación al detalle, que interpreten y clasifiquen los diferentes movimientos para su entendimiento, y estos nuevos conocimientos sean contextualizados. A continuación, incentivar que los

estudios de las ciencias nos ayudan a mejorar nuestra condición de vida y visualizar un futuro diferente.

*Tabla 1. Planificación de Actividades*

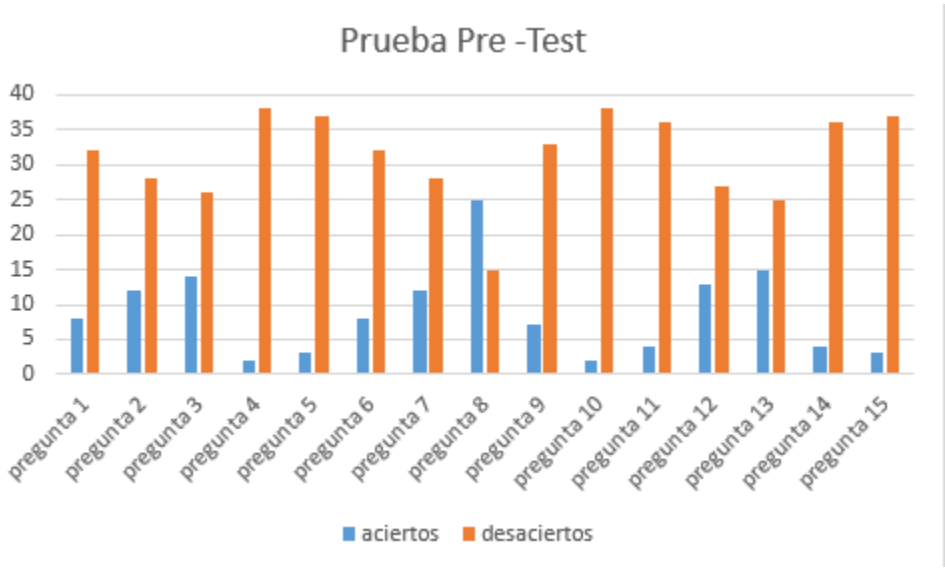
| FASE | OBJETIVOS | ACTIVIDADES |
|---|---|---|
| Fase 1: Caracterización | Identificar y caracterizar metodologías para la enseñanza de la dinámica en el grado décimo. | 1.1. Revisión bibliográfica sobre el aprendizaje significativo para la enseñanza de la Dinámica.<br>1.2. Revisión bibliográfica sobre la teoría de la enseñanza y aprendizaje significativo de la Dinámica.<br>1.3. Revisión bibliográfica de los documentos del MEN enfocados a los estándares en la enseñanza de las ciencias naturales en grado décimo.<br>1.4. Planteamiento del problema de enseñanza<br>1.5. Formulación de la pregunta<br>1.6. Formulación de los objetivos |
| Fase 2<br>: Diseño | Construir actividades para la enseñanza del movimiento y de la Dinámica | 2.1 Diseño y construcción de actividades para evaluación de los preconceptos.<br>2.2 Diseño y construcción de guías de clase para la identificación de los diferentes movimientos y sus características.<br>2.3 Diseño y construcción de actividades didácticas utilizando las TIC como el juego Erudito para la aprehensión de conceptos.<br>2.4 Diseño y construcción de situaciones problema donde se evaluarán conceptos aprendidos.<br>2.5 Diseño y elaboración de prácticas de laboratorio, con el fin de obtener datos para luego ser analizados. |
| Fase 3:<br>Intervención<br>en el aula. | Aplicar las actividades propuestas en el grupo 10° - 1 en la institución educativa Joaquín Vallejo Arbeláez. | 3.1. Intervención de la estrategia didáctica de enseñanza propuesta.<br>3.2. Aplicación de los materiales elaborados para la propuesta. |
| Fase 4:<br>Evaluación | Evaluar el desempeño de la estrategia didáctica planteada en los estudiantes del grupo 10° - 1 en la institución educativa Joaquín Vallejo Arbeláez.. | 4.1. Aplicación de una actividad evaluativa al finalizar la implementación de la estrategia didáctica propuesta.<br>4.2. Realización del análisis de los resultados obtenidos al implementar la estrategia didáctica en los estudiantes de 10° - 1 en la institución educativa Joaquín Vallejo Arbeláez. |
| Fase 5:<br>Conclusiones y Recomendaciones | Determinar el alcance acorde con los objetivos específicos que se plantearon al inicio de su trabajo final y la profundización en su práctica docente. | 5.1. Realizar un comparativo de los resultados en el inicio de la propuesta y al final para obtener un análisis de la propuesta.<br>5.2. Recomendar o no la intervención futura en la institución educativa Joaquín Vallejo Arbeláez. |

# 4. Resultados y discusión

En el marco de validar la implementación de esta propuesta se realiza una prueba pre-test y pos-test. En un primer momento con el objetivo de conocer los saberes previos de los estudiantes y en el segundo para recoger evidencias de modificación luego de aplicar la propuesta. Se aplicó una prueba combinada entre la FCI y TUGK , anexo A.

Para el caso del primer momento se realiza previamente un ejercicio reflexivo con los estudiantes sobre la importancia de la veracidad de la misma, invitándolos a que sea contestada con seriedad y compromiso con los resultados, ya que ella se verificará sus conocimientos previos. El resultado de esta prueba se muestra en la Tabla 2.

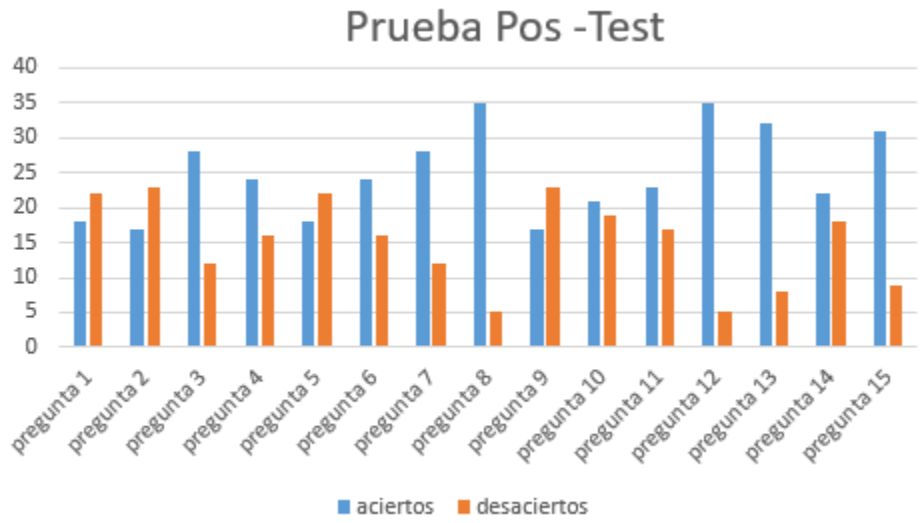
*Tabla 2. Resultados Prueba Pre-test.*




En esta gráfica se muestra el porcentaje de aciertos y desaciertos de cada una de las preguntas, con un 22% de las respuestas en aciertos frente a un 78% en desaciertos. Los resultados indican que los conocimientos previos de los estudiantes son bajos o poseen unos conceptos errados sobre los temas evaluados.

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la prueba pos–test, la cual se realizó en la última intervención, solicitando a los estudiantes honestidad, reflexionar sobre lo aprendido y dedicar tiempo a la lectura crítica y analítica de la prueba.

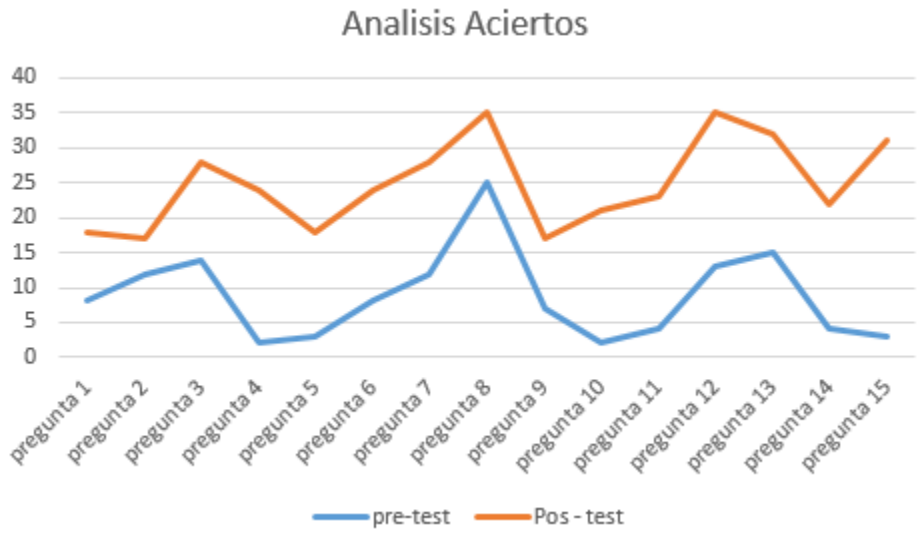
*Tabla 3. Resultados Prueba Pos-test.*




Se evidencia que el resultado obtenido es favorable y que en la mayoría de las preguntas mejoró significativamente el número de aciertos. No obstante, en algunos campos continúan las dificultades. Comprender la relación entre fuerza y reposo aun es confuso para ellos.

El porcentaje de 57.4% de aciertos frente al 42.6% de desaciertos muestra un aprendizaje luego de la intervención y que los términos, los conceptos y sus características ya no son desconocidos. Al comparar los porcentajes de aciertos en las dos aplicaciones de la prueba es posible evidenciar una mejoría.

*Tabla 4: Resultados de Comparar los Aciertos Entre Pre-test y del Pos-test*




El clima de apatía que reflejaban los estudiantes al inicio de la intervención cambió luego de esta, ya que comprender mejor los conceptos, la terminología y su aplicación en el contexto los ha motivado a interesarse por investigar más, a dudar de los planteamientos del docente y a profundizar. Sin embargo, este ejercicio debe continuar y de ser posible, iniciar desde grados inferiores, con el fin de cambiar la mentalidad de pereza y facilismo que aún persiste en muchos de los estudiantes. Los logros obtenidos son una pequeña semilla, ya que estudiantes ajenos al grupo de control solicitaron que se les hiciera una intervención igual, además de pedir que las clases se realizaran de forma experimental con más frecuencia.

La estrategia usada como la implementación del juego Erudito que fue diseñado en clase de Tics 1 en la universidad, cambio un poco la mirada que desde el juego y el avanzar a medida que superaban los retos, ellos debían sustentar conocimientos adquiridos, de lecturas planteadas y seleccionadas.

En la implementación de los módulos se les suministro el programa **SimulPhysics** para PC de la Universidad Nacional de Colombia, con este se observó el comportamiento del movimiento de una manera más detallada y precisa.

Sin embargo, la prueba Pre y Pos test no fue la única fuente de evidencias sobre los avances de los estudiantes en su apropiación de conceptos y su aplicación práctica en la

cotidianidad. Los estudiantes, quienes poseen habilidades para la edición de fotografías debido a su interacción constante con las redes sociales, realizaban experimentos para la clase con objetos de uso diario, dejando un registro digital de sus actividades (ver imágenes 1-3).

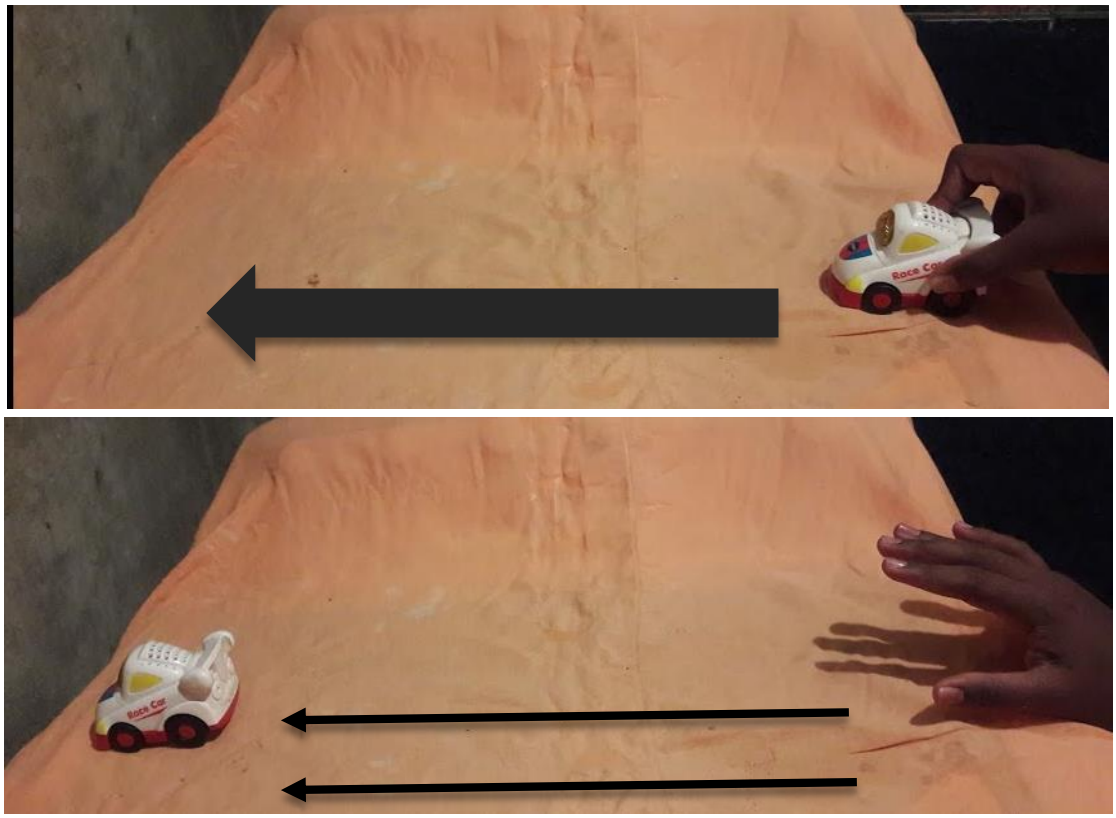


*Imagen 1*. Ejercicio de movimiento horizontal

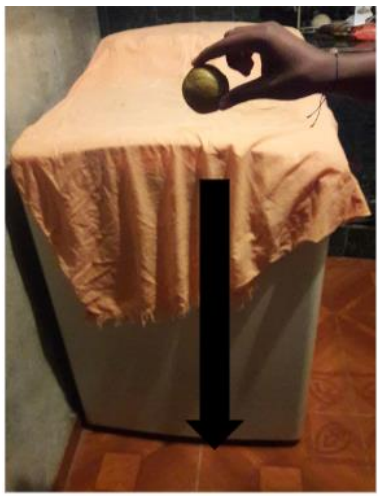


*Imagen 2*. Ejercicio de movimiento Vertical

*Imagen 3*. Ejercicio de movimiento caída libre bajo la acción de la fuerza de gravedad

Complementar los talleres del aula con las actividades prácticas le da otro sentido a la experimentación. Hay un dicho que dice: “el sentido común es el menos común de los sentidos”. En ocasiones damos por sentado que los estudiantes entienden todo el vocabulario que usamos, lo cual dista de ser cierto. Convertir la cotidianidad en un espacio de experimentación permite que cada vez que un estudiante use el objeto con el que experimentó, recuerde un poco de lo visto en clase, lo que fortalece la apropiación del término físico que se pretendía enseñar y que a su vez esto se refleje en los resultados de sus pruebas académicas.

Estas series de fotos y videos que los estudiantes presentaron es su relación de la física con su mundo, su espacio y como este se encuentra presente en todo lo que los rodea.

# 5. Conclusiones y recomendaciones

La comunidad educativa, conformada por familias extensas donde muchos de los hermanos mayores son ex alumnos de la institución, comparan sus aprendizajes adquiridos con los que tienen hoy en día sus familiares, al verlos ejecutar experimentos y tareas con los objetos que tienen a la mano y apoyándolos en la realización de los mismos. Esto sumado a la implementación de las prácticas de laboratorio, permite a los estudiantes, una mejor interacción con la realidad, con lo práctico y lo contextual.

Buscar herramientas desde lo casero y cotidiano, le da al estudiante otra mirada al conocimiento, darse cuenta que lo rodea la Física, que todo en alrededor puede convertirse en un instrumento para cambiar su manera de observar y percibir el mundo, que los temas de clase no son hechos aislados, que los conceptos que descubre en el aula, los puede aplicar en el hogar y en su vida cotidiana.

Los estudiantes poseen creatividad para la realización de las labores académicas. No obstante, en momentos donde los docentes nos consideramos depositarios del conocimiento les privamos de la oportunidad de experimentar. Si nos creemos una fuente única de saber los estudiantes nos buscarán para obtener respuestas, en un mundo donde los jóvenes deben aprender a hacerse preguntas. Fue satisfactorio observar los trabajos en equipo que complementaban los ejercicios de clase donde sus chispas de curiosidad, como puede verse en las fotografías previas, les permitían convertir los juguetes de sus familiares, al igual que los utensilios de cocina o un balón de uso diario en un objeto de experimentación. Este tipo de ejercicios nos demuestra que en el proceso educativo las habilidades de los estudiantes no hay que minimizarlas, hay que potenciarlas para que el proceso educativo sea realmente participativo más allá de la teoría impresa en el papel.

# 6. Anexos

## A. Anexo: Prueba Pre y Pos test

| | |
|---|---|
| Nombre: | |
| Grado | |

1. Si la suma de las fuerzas que actúa sobre un cuerpo (partícula) es nula, se puede decir que:
   a. El cuerpo está en reposo.
   b. El cuerpo se está moviendo.
   c. El cuerpo se mueve con velocidad constante.
   d. El cuerpo está en reposo o se mueve con velocidad constante.

2. Un libro está en reposo sobre una mesa. La fuerza de reacción al peso el libro es:
   a. La fuerza que ejerce la mesa sobre el libro.
   b. La fuerza que ejerce el libro sobre la Tierra.
   c. La fuerza que la Tierra ejerce sobre el libro.
   d. La fuerza que el libro ejerce sobre la mesa.

3. Considerar las siguientes afirmaciones:

I. Cuerpos de masas diferentes caen con la misma aceleración si se desprecia la presencia del aire.

II. Cuerpos de volúmenes diferentes caen con la misma aceleración si se desprecia la presencia del aire.

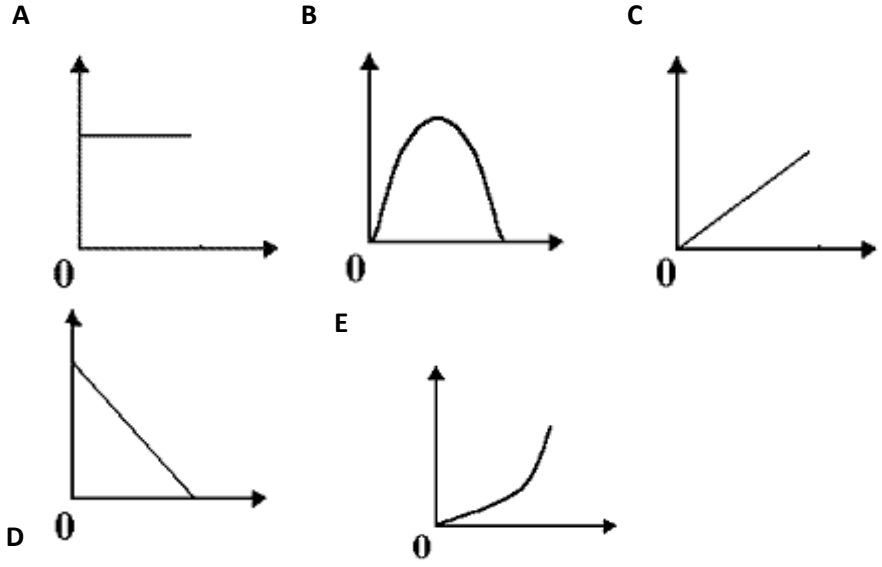
III. La aceleración de la gravedad depende de la masa del cuerpo.

a. Sólo I es correcta.
b. Sólo II es correcta
c. I y II son correctas.
d. Las tres son correctas

4. Un cohete interplanetario lejos de la presencia de otros cuerpos que va en movimiento se le acaba el combustible. Entonces se puede afirmar que:

a. Se detiene inmediatamente.
b. Se detiene transcurrido un tiempo.
c. Continúa con velocidad constante.
d. Comienza a caer.

5. Si no se considera la presencia del aire, ¿cuál de los siguientes gráficos muestra cómo varía la fuerza en función del tiempo de una piedra cuando es soltada desde la azotea de un edificio a medida que se acerca al suelo?




6. Una pelota se arroja hacia arriba. Si no se considera la presencia del aire después de que se suelta, su aceleración y la fuerza que actúa sobre ella:

a. Disminuyen
b. Permanecen constantes.
c. Aumentan.
d. La aceleración aumenta, pero la fuerza permanece constante

Las preguntas 7 y 8 fueron tomadas textualmente del FCI (Force Concept Inventory)

7. En la figura adjunta, el estudiante "a" tiene una masa de 95 Kg y el estudiante "b" tiene una masa de 77 Kg. Ambos se sientan en idénticas sillas de oficina cara a cara. El estudiante "a" coloca sus pies descalzos sobre las rodillas del estudiante "b", tal como se muestra. Seguidamente el estudiante "a" empuja súbitamente con sus pies hacia

adelante, haciendo que ambas sillas se muevan. Durante el empuje, mientras los estudiantes están aún en contacto:

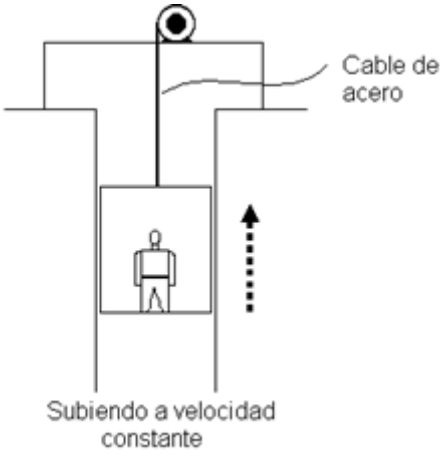
a. El estudiante "a" ejerce una fuerza sobre el estudiante "b", pero "b" no ejerce ninguna fuerza sobre "a".

b. Ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "b" ejerce una fuerza mayor.

c. Ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "a" ejerce una fuerza mayor.

d. Ambos estudiantes ejercen la misma cantidad de fuerza sobre el otro.

8. Un ascensor sube por su hueco a velocidad constante por medio de un cable de acero tal como se muestra en la figura adjunta. Todos los efectos debidos a la fricción son despreciables. En esta situación, las fuerzas que actúan sobre el ascensor son tales que:




a. La fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.

b. La fuerza hacia arriba ejercida por el cable es igual a la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.

c. La fuerza hacia arriba ejercida por el cable es menor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.

d. La fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la suma de la fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia abajo debida al aire.

9. Un cuerpo desliza por un plano inclinado 30º. Si se desprecia la fricción se concluye que (tomar el valor de la gravedad igual a 9.8 $m.s^{-2}$):

a. Su aceleración es 4.90 $m.s^{-2}$.

b. No se puede calcular la aceleración sin conocer la masa del cuerpo.

c. Para algún valor de la masa deslizará con velocidad constante.

d. Su aceleración es 8.4 $m.s^{-2}$.

10. Respecto al cuerpo de la pregunta anterior es correcto decir:

a. La gráfica de la posición x vs tiempo t es una recta.

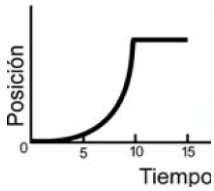
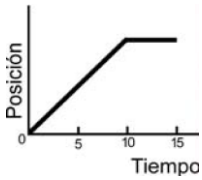
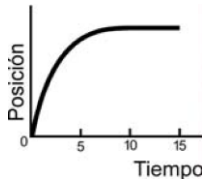
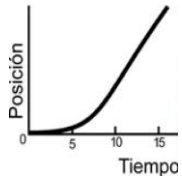
b. La gráfica de la velocidad V vs tiempo t es una parábola.

c. La gráfica de la velocidad V vs tiempo t es una recta horizontal.

d. La gráfica de posición x vs tiempo es una parábola.

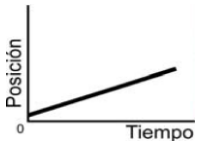
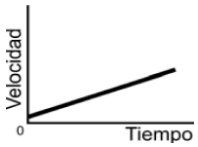
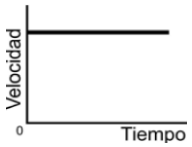
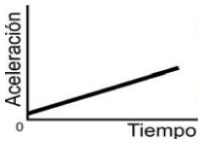
Las preguntas 11 a 20 se obtuvieron del cuestionario TUGK (Beichner, 1996)

11. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?

| (A) | (B) | (C) | (D) |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |



12. Considerar las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

| (I) | (II) | (III) | (IV) | (V) |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  | |



Figura

¿Cuáles de ellas representan un movimiento a velocidad constante?

a. I y III.
b. II y V.
c. Sólo la IV.
d. Sólo la V

13. La figura siguiente ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación

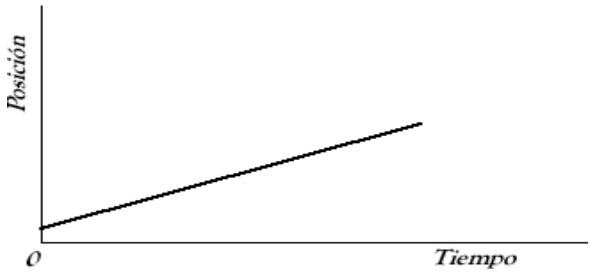
a. El objeto se mueve con una aceleración constante.

b. El objeto se mueve con una aceleración que disminuye uniformemente.

c. El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.

d. El objeto se mueve a una velocidad constante.

14. La figura siguiente representa la gráfica de posición respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?



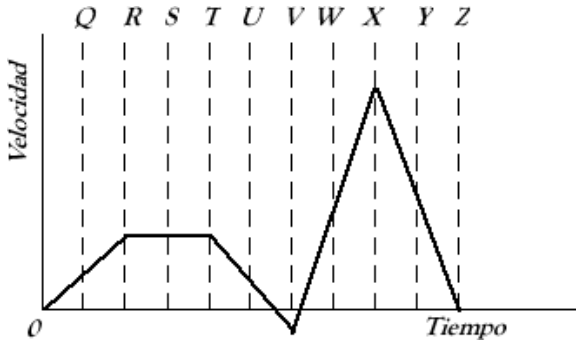

a. El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.

b. El objeto se mueve con una velocidad constante que aumenta uniformemente.

c. El objeto se mueve a velocidad constante.

d. El objeto se mueve con aceleración que aumenta uniformemente.

15. La figura siguiente representa la gráfica de velocidad respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuándo es más negativa la aceleración?




a. Desde R hasta T.

b. Desde T hasta V.

c. En V.

d. Desde X hasta Z.

# B. Anexo: Módulo 1

## MÓDULO 1

## RECTA Y PARÁBOLA

Copyright 2018 para Diego Aristizábal R, profesor con tenencia de cargo de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

**CONTENIDO**


- Introducción
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Conceptos básicos.
- Ejercicios con simulador
- Taller


### Introducción

El estudio de la dinámica del movimiento rectilíneo se aborda en esta intervención didáctica desde el análisis gráfico. Para esto es necesario comprender los fundamentos de la función lineal (la recta) y de la función cuadrática (parábola) que nos permiten el estudio coherente

del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MU) y del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MUV). En este módulo se la interpretación de los coeficientes de estas funciones.

## Objetivo general

Estudiar los fundamentos de la función lineal y de la función cuadrática.

## Objetivos específicos

- Reconocer la forma algebraica de la función lineal y de la función cuadrática.
- Interpretar los coeficientes de la función lineal y de la función cuadrática.
- Mediante un simulador practicar la interpretación de las ecuaciones de las funciones lineal y cuadrática.

## Conceptos básicos

### La Función Lineal (Recta)

La ecuación general de una recta es,

$$y = b + ax$$

en donde $b$ corresponde al intercepto con el eje Y, $a$ corresponde a la pendiente de la recta.

Si $a > 0$ la recta está inclinada hacia arriba y si $a < 0$ está inclinada hacia abajo.

Recordar que la pendiente de una recta se puede calcular conocidos dos puntos de la misma,

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

en donde $(x_1 , y_1)$ y $(x_2 , y_2)$ son estos puntos.

### La Función Cuadrática (Parábola)

La ecuación general de una recta es,

$$y = c + bx + ax^2$$

en donde $c$ corresponde al intercepto con el eje Y, $b$ corresponde a la pendiente de la recta que es tangente a la parábola en x=0 y $a$ corresponde a la concavidad de la parábola. Si $a > 0$ la parábola es cóncava hacia arriba y si $a < 0$ la parábola es cóncava hacia abajo, Figura 1. Entre mayor sea el valor de $a$, en valor absoluto, la parábola estará más abierta.

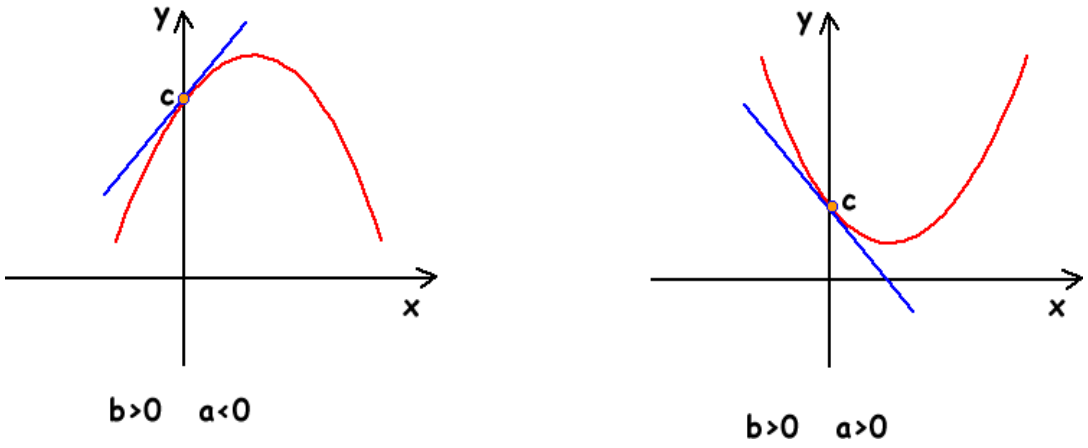



Figura 1

## Laboratorio simulado

Usando los simuladores de **GeoGebra**, Figura 2 y Figura 3, en los siguientes link practicar la interpretación de los coeficientes de una recta y una parábola.

- ✓ Simulador de la recta: https://www.geogebra.org/m/ugYndBWA
- ✓ Simulador de la parábola: https://www.geogebra.org/m/TNVTnvGD

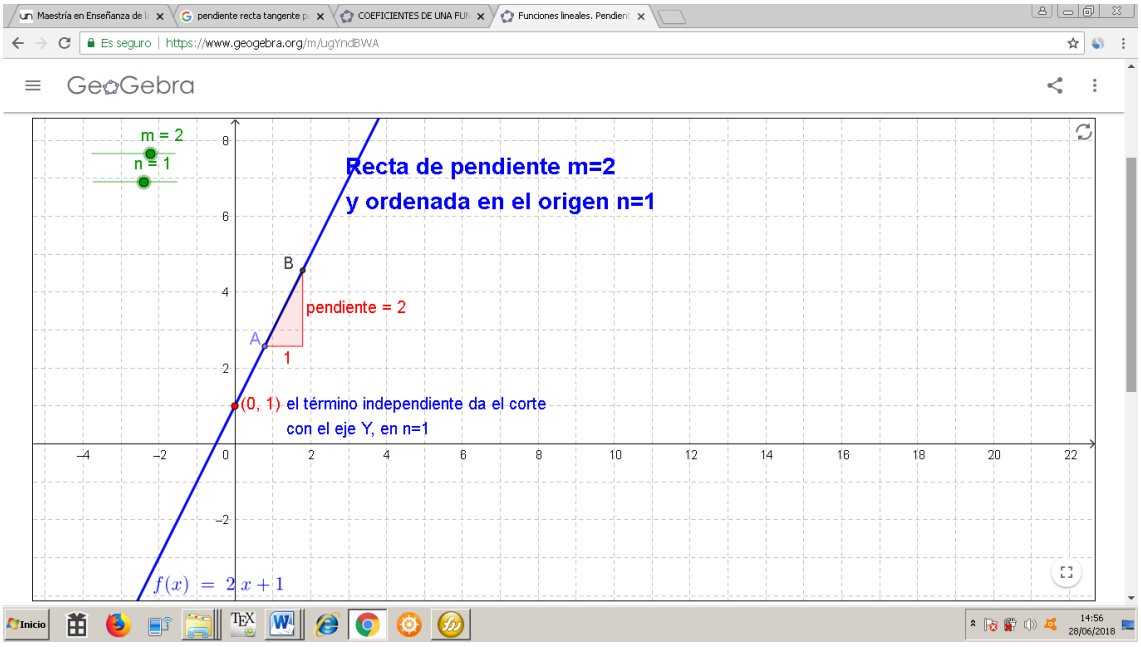



Figura 2

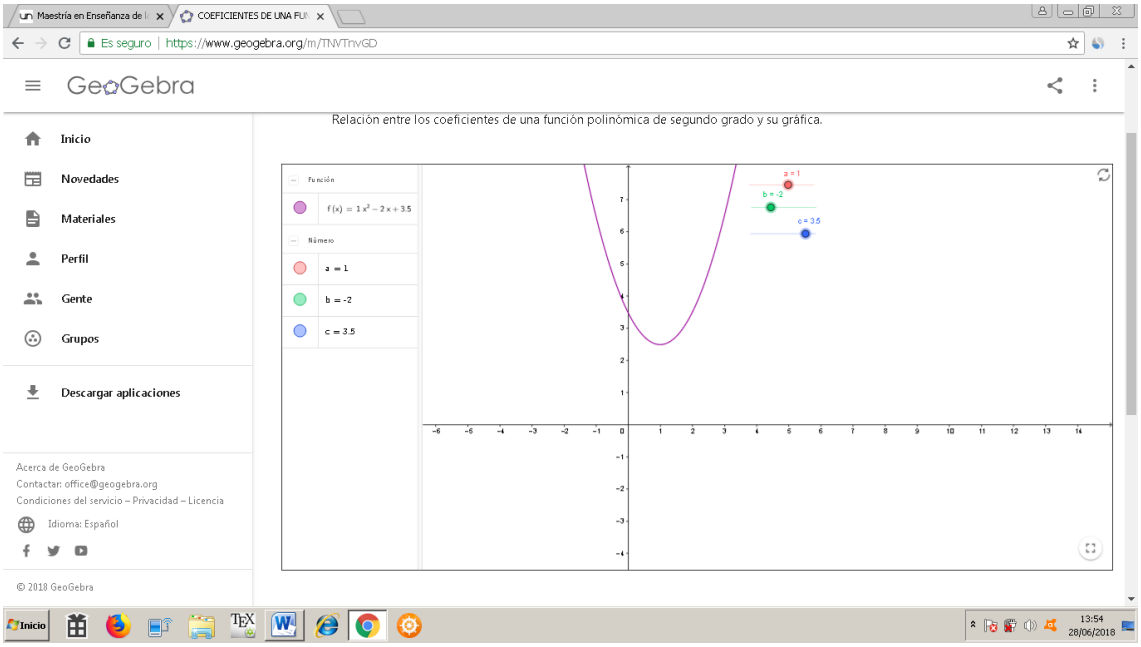



Figura 3

## Taller

Hacer un bosquejo de la representación gráfica de las siguientes funciones con **base en sus coeficientes**. Si es una recta decir cuánto vale la pendiente y el intercepto con la ordenada. Si es una parábola decir cuánto vale el intercepto con la ordenada y la pendiente de la recta tangente a la parábola en x=0.

- ✓ $y = 2 - 3x$
- ✓ $y = 2 + 3x$
- ✓ $y = -2 + 3x$
- ✓ $y = -2 - 3x$
- ✓ $y = 2 + 3x - 5x^2$
- ✓ $y = 2 + 3x + 5x^2$
- ✓ $y = -2 - 3x + 5x^2$
- ✓ $y = -2 - 3x - 5x^2$

# C. Anexo: Módulo 2

## MÓDULO 2

## CINEMÁTICA RECTILÍNEA

Copyright 2018 para Diego Aristizábal R, profesor con tenencia de cargo de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

**CONTENIDO**


- Introducción
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Conceptos básicos.
- Ecuaciones.
- Laboratorio simulado
- Taller


### Introducción

Asumiendo el modelo de partícula se estudia la cinemática rectilínea de los cuerpos. Se comienza definiendo los conceptos básicos (marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, velocidad, aceleración). Seguidamente se obtienen mediante método gráfico las ecuaciones básicas del MU (Movimiento Uniforme) y el MUV (Movimiento Uniformemente Variado). Se termina proponiendo un laboratorio simulado a los estudiantes usando **SimulPhysics** para PC y un taller tipo TUGK (Test of Understandig Graphs in Kinematics).

## Objetivo general

Estudiar la cinemática de una partícula desplazándose rectilineamente mediante análisis gráfico.

## Objetivos específicos

- Definir los conceptos básicos de la cinemática.
- Deducir las ecuaciones básicas del MU y el MUV usando el método gráfico.
- Realizar una práctica de laboratorio usando el simulador **SimulPhysics** experimentalmente la ley de refracción.

## Conceptos básicos

### Marco de referencia

Es un cuerpo rígido respecto al cual se puede determinar la posición o el cambio de posición de un objeto cuyo movimiento quiere estudiarse. También los relojes que permiten medir los intervalos de tiempo.

### Sistema de coordenadas

Es un conjunto de una o más variables, denominadas coordenadas, que permiten la ubicación de la partícula respecto a un marco de referencia. Para el movimiento rectilíneo el sistema de coordenadas puede ser estar simplemente compuesto por un eje, Figura 1.

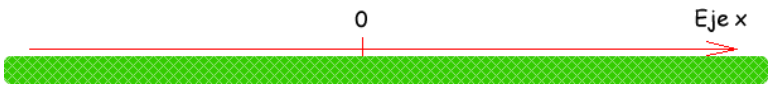



Figura 1: El piso (marco de referencia). El eje x (sistema de coordenadas)

### Posición

Dado un sistema de coordenadas la ubicación de la partícula queda definida por un vector posición, $\vec{x}$, Figura 2. Por ser el movimiento rectilíneo en este módulo se economiza la notación vectorial, por ejemplo, en lugar de $\vec{x}$ se colocará $x$.

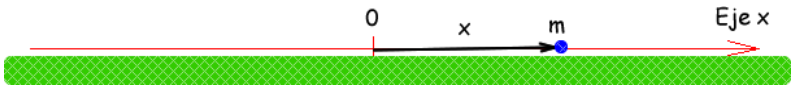



Figura 2: Posición x de la partícula m

En el SI la posición se mide en m.

**Desplazamiento**

Es el cambio en la posición de la partícula, $\Delta x$, Figura 3. En esta figura la partícula en un instante dado t se encontraba en la posición $P_1$ y luego, transcurrido un intervalo de tiempo Δt, se encuentra en la posición $P_2$ y por lo tanto el desplazamiento en ese intervalo de tiempo es,

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

En el SI la posición se mide en m.

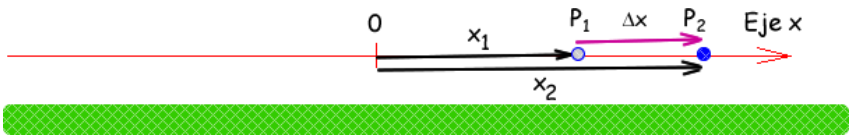



Figura 3: Desplazamiento $\Delta x$

**Velocidad**

Al desplazamiento dividido por el intervalo de tiempo empleado para realizarlo se le denomina velocidad media de la partícula, $V_m$,

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Es una magnitud vectorial y en el SI se mide en $m.s^{-1}$.

Si el intervalo de tiempo Δt es muy pequeño la velocidad se denomina velocidad instantánea, V.

**Aceleración**

Al cambio en la velocidad instantánea dividido por el intervalo de tiempo empleado para realizarlo se le denomina aceleración media de la partícula, $a_m$,

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Es una magnitud vectorial y en el SI se mide en $m.s^{-2}$. Este vector tiene la misma dirección y sentido del cambio de velocidad, $\Delta\vec{V}$.

Si el intervalo de tiempo Δt es muy pequeño la aceleración se denomina aceleración instantánea, $a$ .

**Ecuaciones**

En la Figura 4 se ilustra una gráfica de velocidad V (m/s) vs tiempo t (s) de un cuerpo se desplaza en línea recta con aceleración constante.

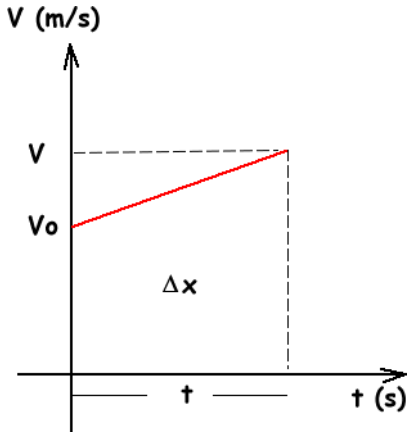



Figura 4

Como se puede deducir de un simple análisis de unidades, la pendiente corresponde a la aceleración $a$ ($m.s^{-1}/s=m/s^{-2}$) y el área bajo la recta corresponde al desplazamiento Δx ($m.s^{-1}xs = m$). Por ende la ecuación de esta gráfica es,

$$V = V_o + a\,t \qquad [1]$$

El área es,

$$\Delta x = \left[\frac{V + V_o}{2}\right] \Box t \qquad [2]$$

Reemplazando la ecuación [1] en [2] se obtiene,

$$x = x_o + V_o\,t + \frac{1}{2} a\,t^2 \qquad [3]$$

Reemplazando la ecuación [1] en [3] para eliminar el tiempo se obtiene,

$$V^2 = V_o^2 + 2\,a\,(x - x_o) \qquad [4]$$

Resumiendo, las tres ecuaciones básicas del MUV son,

$$x = x_o + V_o\, t + \frac{1}{2} a\, t^2$$

$$V = V_o + a\, t$$

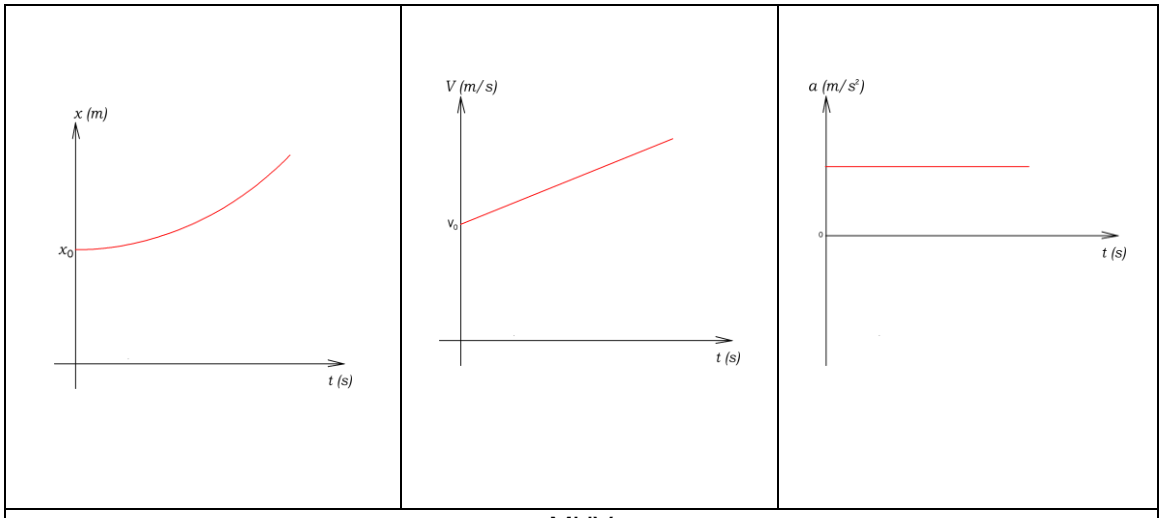
$$V^2 = V_o^2 + 2\, a\, (x - x_o)$$

en donde $x$ es la posición en cualquier instante, $x_o$ es la posición inicial, $V$ es la velocidad en cualquier instante, $V_o$ es la velocidad inicial, $t$ es el tiempo, $a$ es la aceleración. Los términos aparecen positivos pero podrían ser negativos dependiendo del sistema de coordenadas elegido.

Si el movimiento es uniforme (MU) la aceleración es nula y sólo se empleará la siguiente ecuación básica,

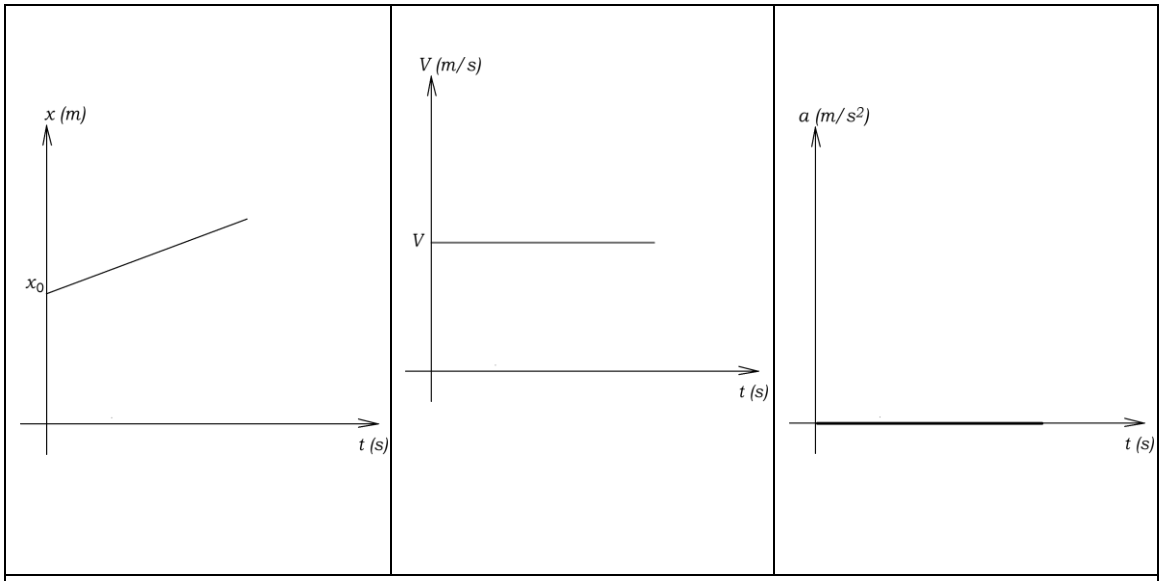
$$x = x_o + V\, t$$

Las gráficas correspondientes respecto al tiempo se ilustran en la Figura 5 para el MUV. Para el MU en la Figura 6




MUV

Figura 5




MU

Figura 6

Estas figuras pueden variar (concavidad de la parábola, inclinación de las rectas) dependiendo del sistema de coordenadas elegido.

## Laboratorio simulado

Una de las herramientas que se pueden usar para que los estudiantes se entrenen antes de realizar un laboratorio son los "**laboratorios simulados**". Por ejemplo, antes del laboratorio de "MUV" se puede dejar de tarea a los estudiantes que se entrenen con el laboratorio simulado sobre este tema que es parte de **SimulPhysics**. Para acceder a éste se hace clic en el ítem MUV (acelerado) ilustrado en la Figura 5: se desplegará la ventana de la Figura 6. Ala ejecutar la aplicación se observa que el bloque se desplazará tal como se ilustra en la Figura 7.

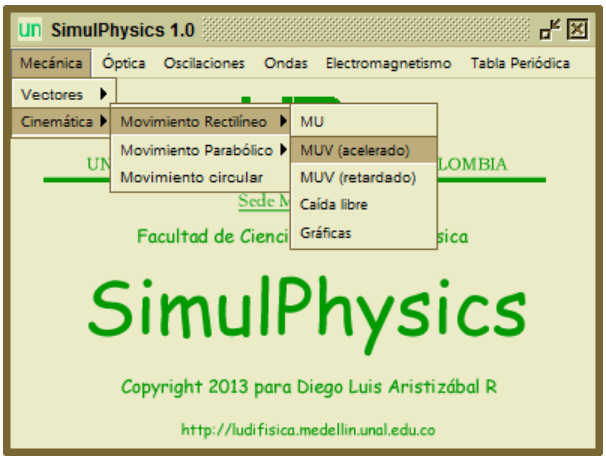



Figura 5

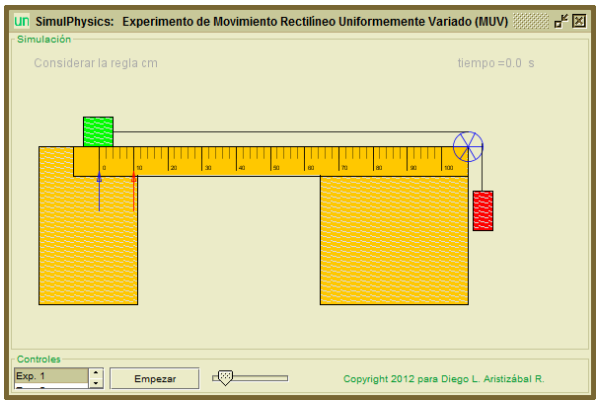



Figura 6

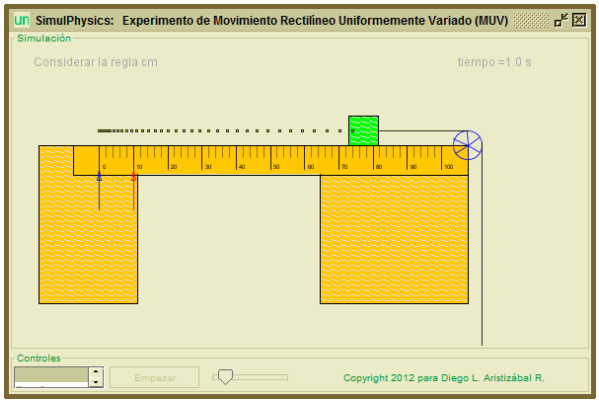



Figura 7

Una vez el estudiante defina el marco de referencia y el sistema de coordenadas, con base en la simulación, elaborará una tabla de datos de posición contra tiempo (x vs t). Luego procederá a realizar una regresión cuadrática y de aquí deducirá la aceleración del móvil.

Sería interesante que estudiante repitiera esta actividad, pero con la simulación para MUV (retardado) y el MU, en esta última simulación se hace la regresión lineal y en donde la pendiente corresponderá a la velocidad del móvil. Se recomienda para realizar las regresiones usar **PhysicsSensor** para el PC o para dispositivos móviles.

## Taller

1. En la Figura 8 se ilustra la gráfica de la velocidad (m/s) vs tiempo t (s) de un cuerpo que se desplaza en línea recta. (a) Describir en palabra cómo hizo el recorrido (MUV, MU, se detuvo etc…). (b) Calcular para cada tramo la aceleración. (c) Calcular para cada tramo el desplazamiento. (d) Calcular el desplazamiento total. (e) ¿Se pude decir cuál fue su posición inicial?

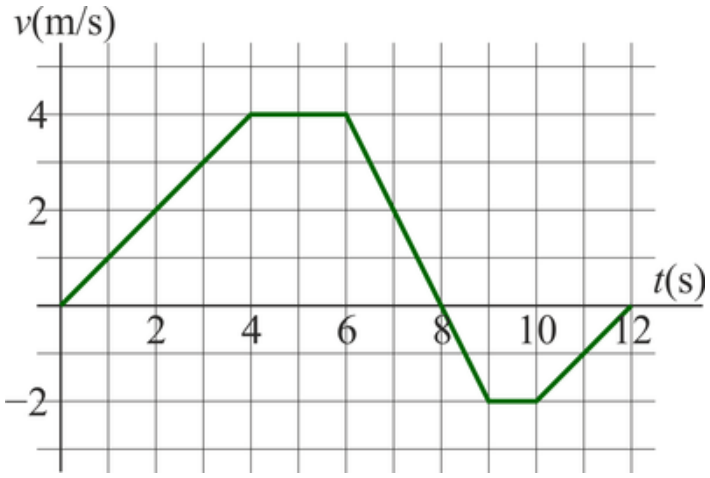
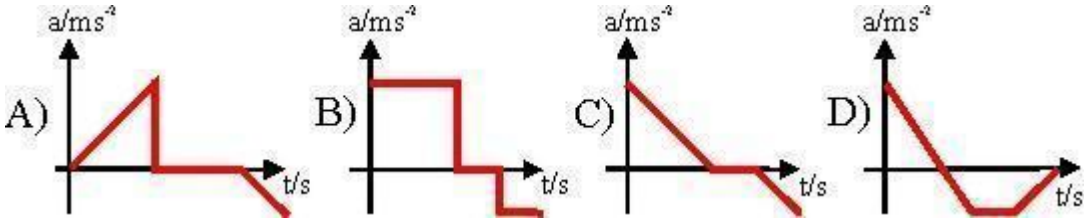


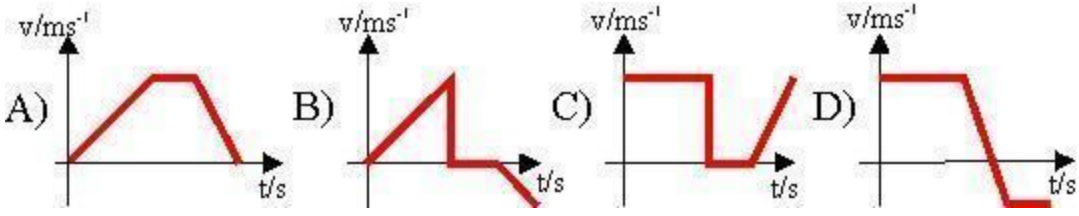

Figura 8

2. Un vehículo, en una pista rectilínea sin rozamiento, es acelerado de una forma constante, durante 10 segundos. Sigue sin aceleración durante 5 segundos, y luego frena de una manera constante hasta parar. De los gráficos a vs t dados, el que mejor representa dicho movimiento será el:




a) A b) B c) C d) D e) NINGUNO

Y si lo expresamos ahora en una gráfica v vs t, el que mejor lo justifica, de todos los dados será el (ayuda: el área de la gráfica a vs t es el cambio de velocidad):




a) A b) B c) C d) D e) NINGUNO

Esta pregunta se obtuvo de http://www.heurema.com/TestF4.htm.

# D. Anexo: Módulo 3

## MÓDULO 3

## LEYES DE NEWTON

Este documento lo conforman apartes tomados textualmente de los módulos 7, y 16 de Física Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín cuyos autores son D. Aristizábal, R. Restrepo y T. Muñoz sel año 2013

**CONTENIDO**


- Introducción
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Conceptos básicos
- Protocolo
- Peso y “caída libre”


### Introducción

El movimiento de una partícula observado desde un marco de referencia inercial se analiza mediante las denominadas tres leyes de Newton. Este será el tema a tratar en éste módulo.

### Objetivo general

Estudiar las leyes de Newton de movimiento.

### Objetivos específicos

- Enunciar las leyes de Newton de movimiento.
- Interpretar las leyes de Newton.
- Dar el protocolo para el análisis del movimiento de un cuerpo.

- Estudiar la diferencia entre masa y peso a partir de la segunda ley de Newton

## Conceptos básicos

### Las leyes de Newton

Las leyes de movimiento conocidas como LEYES DE NEWTON son tres y fueron enunciadas
para partículas. Estas son enunciadas para observadores inerciales.

### Primera ley de Newton (Ley de inercia)

**"Todo cuerpo (partícula) permanece en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en línea recta, excepto si sobre él actúan fuerzas"**. En otros términos, se podría decir: **"Un cuerpo (partícula) sobre el cual no actúan fuerzas o si éstas actúan se anulan, se mueve con** v **constante"**. Si el vector velocidad es constante, su dirección es constante y el movimiento es rectilíneo, además su magnitud también es constante y el movimiento es uniforme. El reposo es sólo un caso particular, v = 0.

Otra forma de enunciarla es: **"Un cuerpo (partícula) sobre el cual no actúan fuerzas o si actúan se anulan, se mueve en línea recta con rapidez constante o permanece en reposo si lo estaba"**.

Es necesario concluir que como se está hablando de **una única velocidad**, se está refiriendo
a un cuerpo puntual, es decir, a una partícula. La pregunta básica será: ¿respecto a cuál marco de referencia se mide esa velocidad? Y surge una gran dificultad: un mismo cuerpo puede estar en reposo respecto a un cierto marco de referencia, moviéndose con velocidad constante respecto a otro y moviéndose aceleradamente respecto a otro diferente, entonces, **¿en cuál marco se aplica la primera ley?** La respuesta **no es obvia y parece redundante**: estos marcos de referencia deben tener la característica de ser INERCIALES, en los que la característica es que la ley de inercia se cumple en ellos; con base en esto la ley de inercia se puede enunciar así:

**"Existen ciertos marcos de referencia, llamados inerciales, respecto a los cuales un objeto, sobre el cual la fuerza neta es nula, se mueve con** v **constante"**.

Del concepto de velocidad relativa puede verse inmediatamente que, si un determinado marco de referencia es inercial, cualquier otro marco que se traslade con vector velocidad constante respecto al primero, será también inercial.

**Resumiendo**:

Dado un marco de referencia inercial si,

$$\sum \vec{F} = 0$$

el cuerpo (partícula) se traslada en línea recta con rapidez constante o permanece en reposo si lo estaba.

**Nota: Cualquier cuerpo rígido que se encuentre fijo a la superficie terrestre se comporta de forma muy aproximada como un marco de referencia inercial para el análisis mecánico de situaciones físicas locales.**

**El concepto de equilibrio**

Cuando un cuerpo se encuentra en reposo respecto a un determinado marco de referencia inercial, se dice que está en **equilibrio estático**; si se mueve con velocidad constante se dice que se encuentra en **equilibrio dinámico**.

**Segunda ley de Newton (Ley de la fuerza)**

A continuación, se enuncia la segunda ley de Newton, que si bien no es como la enunció Newton originalmente, si es equivalente:

Dado un marco de referencia inercial si sobre un cuerpo (partícula) las fuerzas que actúan no se anulan el cuerpo (partícula) cambiará su velocidad, es decir estará acelerado de tal forma que se cumple,

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$$

en donde m es la llamada masa inercial del cuerpo.

Esta ley se conoce también con el nombre de ley de la fuerza o ley fundamental de la dinámica.

Para aplicar la segunda ley de Newton también es necesario hacerlo desde **marcos de referencia inerciales**. Estos tienen las características de que **todos miden la misma aceleración** de un cuerpo

### Tercera Ley de Newton (Ley de acción y reacción)

Una fuerza en su sentido más simple es la acción de empujar o tirar; pero, observando con mayor detenimiento, Newton se percató de que una fuerza no es algo aislado: es parte de una acción mutua (es decir, de una interacción) entre dos cosas.

Cuando una persona se recuesta en una pared, ejerce una fuerza sobre ésta. **Pero esta fuerza sólo es la mitad del asunto**, porque también debe existir una fuerza que empuje la persona que evite su caída: esta fuerza, es la que la pared ejerce sobre la persona. De modo que, en la interacción entre la pared y persona, hay un par de fuerzas: una fuerza que ejerce la persona sobre la pared y otra que la pared ejerce sobre la persona.

Observaciones como estas, llevaron a Newton a formular la que se conoce hoy en día como **"ley de acción y reacción" o "tercera ley de Newton"**.

"Cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro objeto, el segundo objeto ejerce sobre el primero una fuerza igual y en sentido opuesto".

Un enunciado más científico:

"A toda fuerza de acción le corresponde una fuerza de reacción de igual magnitud, dirección, pero sentido opuesto; **ambas actúan sobre cuerpos diferentes**".

Una de las fuerzas se llama **fuerza de acción** y la otra, **fuerza de reacción**. No importa a cuál de ellas se denomine de acción y a cuál de reacción, lo importante es que ambas son parte de una sola interacción y ninguna de las dos puede existir sin la otra. Las fuerzas tienen la misma magnitud, la misma línea de acción, pero sentidos opuestos y ocurren al mismo tiempo.

Cuando caminamos (Figura 1a), interactuamos con el suelo: empujamos el suelo hacia atrás y hacia abajo (Figura 1c), a su vez el suelo nos empuja hacia adelante y hacia arriba (Figura 1b).

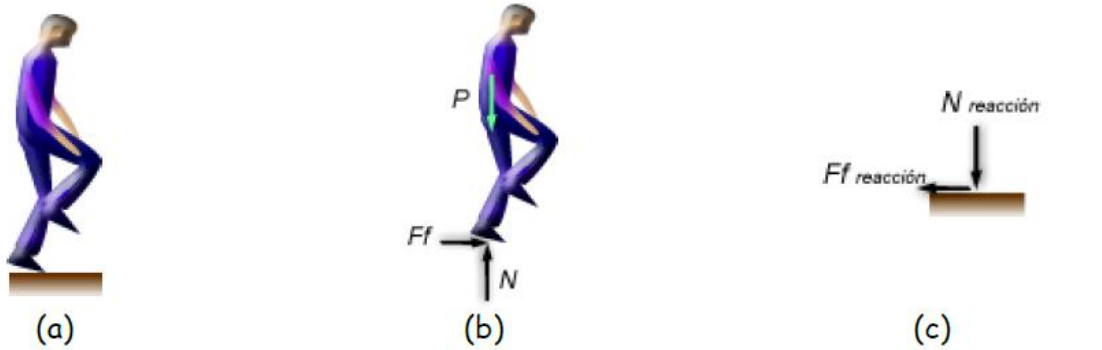


Figura 1

Cuando nadamos, interactuamos con el agua: empujamos el agua hacia atrás y a su vez el agua nos empuja hacia adelante.

En definitiva, las fuerzas existen por pares. Las fuerzas son una forma de representar la INTERACCIÓN entre cuerpos. Carece de sentido decir que alguien tiene una FUERZA: esta solo existe mientras haya interacción (una acción, a la cual le corresponderá una reacción).

Por ejemplo, la interacción entre la tierra y un cuerpo (por ejemplo, usted), Figura 2 (a), se representa por una fuerza de atracción que se llama PESO (P), Figura 2 (b). Pero esta fuerza tiene su par: el cuerpo (usted) también ejerce una **fuerza de atracción sobre el planeta de igual valor, aunque de sentido contrario**, P', Figura 2 (c). Usted se preguntará: ¿será correcto entonces afirmar que la tierra cae hacia mí? La respuesta es AFIRMATIVA: sólo que por tener la tierra tanta materia, no alcanza a desplazarse por la acción de esa fuerza. Es decir, una fuerza de esa magnitud alcanza a moverlo a usted, pero no al planeta.

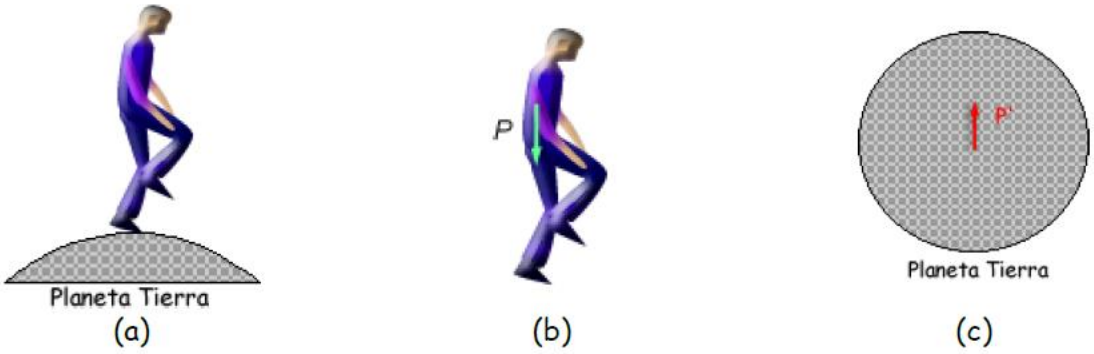



Figura 2

¿Por qué no se cancelan las fuerzas de acción y reacción?

Vemos que en toda interacción hay simultáneamente dos fuerzas. Así cuando un objeto A interactúa con un objeto B, si la acción la ejerce A sobre B, la reacción la ejerce B sobre

A. Las fuerzas de acción y reacción son iguales en magnitud, pero de sentidos opuestos, lo que nos lleva a preguntarnos: ¿por qué estas fuerzas no se cancelan? La respuesta es que cada una de ellas se ejerce sobre un objeto distinto. Si la fuerza de acción se ejerce sobre B, la de reacción se ejerce sobre A. No se puede cancelar una fuerza que se ejerce sobre un objeto con una fuerza que se ejerce sobre otro.

Con frecuencia este hecho es mal comprendido: por ejemplo, alguien podría decir que de acuerdo a la tercera ley de Newton no es posible mover un balón dándole un puntapié. La razón que da, es que la fuerza de reacción del balón es igual y de sentido opuesto a la fuerza del puntapié. La fuerza total, entonces, es cero: "…así que, si el balón está en reposo antes del puntapié, seguirá en reposo después, sin importar cuánto la patees…". **Obviamente este razonamiento no está bien**: no podemos cancelar esas dos fuerzas, puesto que actúan sobre cuerpos diferentes; una actúa sobre el balón (la ejerce el pie) y la otra actúa sobre el pie (la ejerce el balón).

**Protocolo**

Para realizar un análisis dinámico de una situación física de manera ordenada y sistemática se aconseja seguir los siguientes pasos:

1. Hacer una representación simplificada de la escena física.
2. Elegir el sistema o sistemas a estudiar.
3. Definir el marco de referencia (inercial).
4. Definir los ejes de coordenadas con su respectivo origen y orientación.
5. Dibujar aparte los diagramas de fuerza de los subsistemas elegidos que se analizarán para lograr obtener la solución.
6. Aplicar correctamente las leyes de Newton:

- ✓ Primera o segunda ley de Newton (aplicada a cada orientación, es decir, eje coordenado): plantear ordenadamente las ecuaciones correspondientes a las

condiciones de equilibrio o no equilibrio de los subsistemas para cada orientación (eje coordenado) y que son necesarias para obtener la solución.

- ✓ Tercera ley de Newton: aplicar correctamente la ley de acción y reacción (esto con el fin de disminuir el número de incógnitas en los sistemas de ecuaciones).

7. Resolver algebraicamente las ecuaciones. Analizar, si es posible, casos extremos y/o particulares.

8. Si es necesario encontrar soluciones numéricas, reemplazar los valores en las ecuaciones sin olvidar expresar el resultado con la respectiva unidad de medida. Analizar la coherencia del resultado.

## Peso y "caída libre"

Galileo mostró que todos los objetos que caen se mueven con la misma aceleración sin importar su masa. Esto es estrictamente cierto sólo si se desprecia la presencia del aire, es decir, si los objetos están en la conocida "caída libre". En el vacío, una pluma y una piedra caen con la misma aceleración (igual a 9,80 $m.s^{-2}$ aquí en el planeta Tierra) debido a que la relación peso-masa (P/m=g) se mantiene constante, es decir, si se divide el valor del peso de la piedra entre su masa se obtiene el mismo valor que si se divide el peso de la pluma entre su masa y este valor es g.

### Análisis con base en la segunda ley de Newton

En la Figura 3 se ilustra un cuerpo en caída libre. Simultáneamente se ha ilustrado el diagrama de fuerzas y el sistema de coordenadas. Como marco de referencia inercial se escogió el piso.

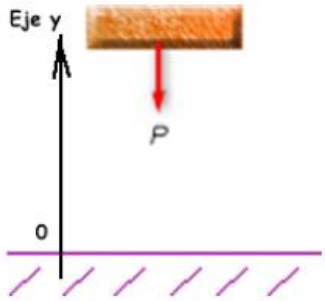



Figura 3

Aplicando la segunda ley de Newton se obtiene,

$$+\uparrow \sum \vec{F} = m\,\vec{a}$$

y como la única fuerza que actúa es el peso P y la aceleración es -g, entonces,

$$-P = m(-g)$$

es decir,

$$P = m\,g$$

Las ecuaciones cinemáticas son,

$$y = y_o + V_o t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$V = V_o - gt$$

$$V^2 = V_o^2 - 2g(y - y_o)$$

## Algunos comentarios

En la mayoría de los casos, la gente confunde la masa con el peso. Se dice que algo tiene mucha materia si es muy pesado. Esto se debe a que se está acostumbrado a medir la cantidad de materia que contiene un objeto por medio de la fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre él. Pero la masa es algo más fundamental que el peso; la masa depende del número y del tipo de átomos que lo componen: es una propiedad intrínseca del cuerpo. En tanto, el peso es una medida de la fuerza gravitacional que actúa sobre el cuerpo y varía dependiendo del lugar donde éste se encuentre (en la Luna, en el planeta Tierra, en el planeta Marte...).

Sin embargo, si se aplica la misma fuerza al objeto en la tierra y en la luna, la aceleración que adquiere éste es la misma concluyéndose que la masa del cuerpo en la Luna y en el planeta Tierra es la misma.

## Masa vs Peso

**Masa**: Cantidad de materia que contiene un cuerpo. Más específicamente, es una “medida de la inercia” que presenta un cuerpo en respuesta a cualquier intento por ponerlo en movimiento, detenerlo, desviarlo o cambiar en alguna forma su estado de movimiento o de reposo.
**Peso**: Fuerza de atracción gravitacional que ejerce el planeta Tierra (o la Luna, o el planeta Marte...) sobre el cuerpo.

La masa y el peso no son lo mismo, pero son proporcionales uno al otro. Los objetos cuya masa es grande son muy pesados. Los objetos con masas pequeñas tienen pesos pequeños. En un mismo lugar, duplicar la masa equivale a duplicar el peso. La masa tiene que ver con la cantidad de materia de un objeto y el peso tiene que ver con la intensidad de la fuerza gravitacional que ejerce el planeta Tierra (la Luna...) sobre el objeto.

Con base en la segunda ley de Newton de movimiento se puede deducir que si un cuerpo de masa m que está sólo bajo la acción del PESO P ("caída libre") se moverá con una aceleración igual a la aceleración de la gravedad, cuyo valor promedio en la superficie terrestre es 9.80 $m.s^{-2}$, Figura 1**. <u>Es necesario agregar que independientemente de la masa todos los cuerpos caen con esta aceleración</u>**.

## Taller

Responder cuál es la opción correcta en cada una de las siguientes preguntas.

1. Si la suma de las fuerzas que actúa sobre un cuerpo (partícula) es nula, se puede decir que:
   a. el cuerpo está en reposo.
   b. el cuerpo se está moviendo.
   c. el cuerpo se mueve con velocidad constante.
   d. el cuerpo está en reposo o se mueve con velocidad constante.

2. Un libro está en reposo sobre una mesa. La fuerza de reacción al peso el libro es:
   a. la fuerza que ejerce la mesa sobre el libro.
   b. la fuerza que ejerce el libro sobre la Tierra.
   c. la fuerza que la Tierra ejerce sobre el libro.
   d. la fuerza que el libro ejerce sobre la mesa.

3. Considerar las siguientes afirmaciones:
   I. Cuerpos de masas diferentes caen con la misma aceleración si se desprecia la presencia del aire.
   II. Cuerpos de volúmenes diferentes caen con la misma aceleración si se desprecia la presencia del aire.
   III. La aceleración de la gravedad depende de la masa del cuerpo.

   a. sólo I es correcta.
   b. sólo II es correcta

c. I y II son correctas.
d. las tres son correctas

4. Un cohete interplanetario lejos de la presencia de otros cuerpos que va en movimiento se le acaba el combustible. Entonces se puede afirmar que:
   a. se detiene inmediatamente.
   b. se detiene trascurrido un tiempo.
   c. continúa con velocidad constante.
   d. comienza a caer.

5. Puede un cuerpo en, un instante de tiempo dado, tener:

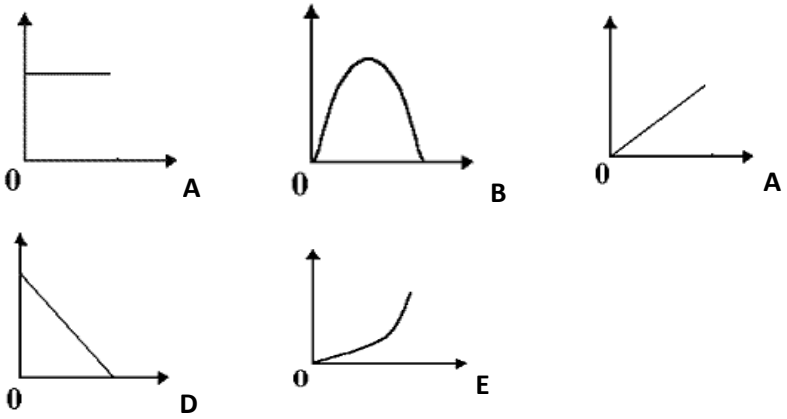
I. Fuerza, velocidad y aceleración, de tal forma que sus direcciones sean iguales y el sentido de la fuerza contrario al de la velocidad y la aceleración.

II. Fuerza, velocidad y aceleración, de tal modo que las direcciones de la fuerza y la aceleración sean perpendiculares al de la velocidad.

III. Fuerza, velocidad y aceleración, de tal modo que sus direcciones y sentidos sean iguales.

   a. sólo I es correcta.
   b. sólo II es correcta
   c. sólo III es correcta
   d. II y III son correctas.
   e. las tres son correctas

6. Si no se considera la presencia del aire, ¿cuál de los siguientes gráficos muestra cómo varía la fuerza en función del tiempo, de una piedra cuando es soltada desde la azotea de un edificio a medida que se acerca al suelo?




7. Una pelota se arroja hacia arriba. Si no se considera la presencia del aire, después de que se suelta su aceleración y la fuerza que actúa sobre ella:

   a. disminuyen
   b. permanecen constantes.
   c. aumentan.
   d. la aceleración aumenta, pero la fuerza permanece constante

8. Una mujer ejerce una fuerza horizontal constante sobre una caja grande. Como resultado, la caja se mueve sobre un piso horizontal a velocidad constante "vo". La fuerza horizontal constante aplicada por la mujer:

   a. tiene la misma magnitud que el peso de la caja.
   b. es mayor que el peso de la caja.
   c. tiene la misma magnitud que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
   d. es mayor que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.

9. Si la mujer de la pregunta anterior duplica la fuerza horizontal constante que ejerce sobre la caja para empujarla sobre el mismo piso horizontal, la caja se moverá:

   a. con una velocidad constante que es el doble de la velocidad "vo" de la pregunta anterior.
   b. con una velocidad constante que es mayor que la velocidad "vo" de la pregunta anterior, pero no necesariamente el doble.

c. con una velocidad que es constante y mayor que la velocidad "vo" de la pregunta anterior durante un rato, y después con una velocidad que aumenta progresivamente.
d. con una velocidad continuamente creciente.

10. Si la mujer de la pregunta 8 deja de aplicar de repente la fuerza horizontal sobre la caja, ésta:
    a. se parará inmediatamente.
    b. continuará moviéndose a una velocidad constante durante un rato y después frenará hasta pararse.
    c. comenzará inmediatamente a frenar hasta pararse.
    d. continuará a velocidad constante.

# Referencias

Beichner, R. J. (1996). Test of Understanding Graphs in Kinematics. *Resource CD to Accompany Teaching Physics with the Physics Suite by Redish*.

Burbano, P. P. (2001). Reflexiones sobre la enseñanza de la física. *Universitas Scientiarum*, *6*(2).

Castro López, M. (2014). Evaluación de competencias científicas en la enseñanza de la física específicamente en el aprendizaje de las Leyes de Newton. *Bdigital.unal.edu.co*.

Chevallard, Y., & Gilman, C. (1991). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado* (Vol. 1997). Aique Buenos Aires.

Cova Castillo, Á., & Arrieta, X. (2012). Importancia de evaluar software educativos utilizados en la enseñanza del aprendizaje de la Física. *Multiciencias*, *12*.

Erudito Beta, Universidad Nacional de Colombia, http://erudito.medellin.unal.edu.co/index.php

Ferreira, J., & Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, *35*(73), 61–84.

Gudmundsdottir, S., & Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in

Social Studies. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *31*(2), 59–70.

Huamán, T., & Rubén, D. (2010). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica.

I.E. Joaquín Vallejo Arbeláez. (2018). *Proyecto Educativo Institucional*. Medellín.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares*.

Mora, C. (2005). OBJ Enseñanza problémica de la física. *Sinéctica*, (27). Retrieved from https://www.sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/231

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de Estudios E Investigación*, (6), 83–102.

Moreira, M. A. (2012). La teoría del aprendizaje significativo crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, *31*, 9–20.

Ordóñez, C. (2013). *Aplicación de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje área de física* (masters). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Ortega Ordóñez, C. S. (2012). *Diseño y aplicación de guías didácticas como estrategia metodológica, para el fortalecimiento del proceso enseñanza aprendizaje de la asignatura de física*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Pérez, F. Q. (2014). El uso de minijuegos en la enseñanza-aprendizaje de física y química de bachillerato. *Teoría de La Educación. Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, *15*(3).

Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. *Metodología de La Investigación Cualitativa*, *14*.

Roldán, L. (2017). *Propuesta para el trabajo de la física bajo la metodología de aula invertida en la IE La Milagrosa en el grado décimo*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

Salcedo, D. P. M., & Covaleda, R. (2015). Diseño e implementación de una propuesta para enseñar conceptos físicos en básica primaria basada en la teoría del aprendizaje significativo. *Revista de la Facultad de Ciencias*, *4*(1), 17–26.

Salinas Díaz, A. A. (2013). *La experimentación como didáctica en la enseñanza de la física* (masters). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Solarte, R., & Heriberto, L. (2014). *La metodología del aprendizaje entre pares aplicada en la enseñanza de la física en educación básica* (masters). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Téllez, A. (2013). *Secuencias didácticas ABP para principios de la dinámica y leyes de Newton en bachillerato*.

Torres, F. J. R. (2012). Plataforma mlearning como apoyo a las actividades de enseñanza aprendizaje en la física mecánica. *Prospectiva*, *10*(2), 94–101.