



**UMCE**

**Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación**  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Física

**TÍTULO:**

**DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA TRATAR LAS  
IDEAS ALTERNATIVAS MEDIANTE LA ADQUISICIÓN DE UN  
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA UNIDAD DE FUERZAS EN  
SEGUNDO AÑO DE ENSEÑANZA MEDIA.**

**TESINA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EDUCACIÓN  
EN FÍSICA Y PEDAGOGÍA EN FÍSICA.**

**AUTORES:**

**DIEGO IGNACIO CORDOVEZ HIDALGO**

**TOMÁS ANDRÉS PÉREZ HERNÁNDEZ**

**PROFESOR GUÍA: DR. MAURICIO CONTRERAS**

**SANTIAGO DE CHILE, MARZO, 2023**





**UMCE**

**Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación**  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Física

Título:

DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA TRATAR LAS  
IDEAS ALTERNATIVAS MEDIANTE LA ADQUISICIÓN DE UN  
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA UNIDAD DE FUERZAS EN  
SEGUNDO AÑO DE ENSEÑANZA MEDIA.

TESINA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EDUCACIÓN  
EN FÍSICA Y PEDAGOGÍA EN FÍSICA.

AUTORES:

DIEGO IGNACIO CORDOVEZ HIDALGO

TOMÁS ANDRÉS PÉREZ HERNÁNDEZ

PROFESOR GUÍA: DR. MAURICIO CONTRERAS

SANTIAGO DE CHILE, MARZO, 2023

AUTORIZADO PARA:

**Sibumce Digital**

# AUTORIZACIÓN

2023, Diego Cordovez y Tomás Pérez

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y sus autores.

Dedicamos esta tesina a:

Nuestros padres, hermanos y amigos que nos apoyaron  
y dieron ánimos en el proceso de realización de este trabajo

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro profesor guía Mauricio Contreras, por su buena voluntad, disposición durante todo el proceso de elaboración de esta tesina, a mis padres por creer en mí y confiar en mi elección de ser profesor, a mis amigos por estar siempre dispuestos a ayudarme, a mis hermanos por su preocupación y en especial a mi abuelos, María Contreras Poblete y Sergio Castillo, porque sin ellos y su apoyo incondicional no habría sido capaz de llegar hasta aquí.

Diego Ignacio Cordovez Hidalgo

Agradezco a nuestro profesor guía Mauricio Contreras, por su paciencia, buena voluntad y todo el apoyo que nos brindó durante el proceso de elaboración de esta tesina, a mis padre, madre y hermano por todo el apoyo, soporte y preocupación brindada durante este proceso universitario, a mis amigos por estar siempre atentos y dispuestos ayudarme en cualquier momento y en especial a mi hermana mayor, Javiera Pérez Hernández, porque a pesar de la distancia, sin ella y su apoyo completamente incondicional no habría logrado llegar hasta aquí.

Tomás Andrés Pérez Hernández

# Contenido

Resumen	vii
Abstract	vii
Palabras claves	viii
Introducción	9
Capítulo 1: Planteamiento del problema	12
1) Antecedentes y formulación del problema	12
2) Enunciado del problema	21
Capítulo 2: Objetivos de trabajo	22
1) Objetivo general	22
2) Objetivos específicos	22
Capítulo 3: Fundamentación del problema	23
Capítulo 4: Marco teórico	29
1) Conceptos Pedagógicos	29
1.a) Ideas alternativas.	29
1.b) Cambio Conceptual.	29
1.c) Aprendizaje significativo.	31
2) Métodos de enseñanza-aprendizaje	36
3) Ganancia individual y eficiencia didáctica	38
4) Conceptos básicos de mecánica newtoniana.	40
4.a) Vectores (en dos dimensiones).	40
4.b) Desplazamiento y Trayectoria.	40
4.c) Velocidad y Rapidez.	41
4.d) Movimiento rectilíneo uniforme (MRU).	43

4.e) Aceleración.	45
4.f) Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA).	45
4.g) Fuerza.	49
4.h) Fuerza Neta.	50
4.i) Leyes de Newton.	50
Capítulo 5: Marco metodológico y planificación pedagógica	51
1) Marco Metodológico	51
1.a) Propósitos de la secuencia didáctica.	51
1.b) Contenido de la secuencia didáctica.	51
1.c) Destinatarios y modalidad de enseñanza de la secuencia didáctica.	52
1.d) Tiempo de implementación sugerido para la secuencia didáctica.	52
1.e) Diseño Instruccional	53
1.f) Formulación de objetivos de la secuencia didáctica.	54
1.g) Aprendizajes esperados.	55
1.h) Objetivos de aprendizaje de habilidades y de conocimiento y comprensión.	55
Capítulo 6: Recursos para la implementación de la propuesta didáctica	56
1) Resumen clase a clase	56
2) Instrumentos de evaluación	57
Capítulo 7: Reflexiones y proyecciones del trabajo	58
Referencias	61
Anexo 1: Planificación de clases	66
Anexo 2: Instrumentos y Recursos de evaluación	82
Anexo 3: Cuestionario	90
Anexo 4: Resultados cuestionario	91
Anexo 5: Recursos pedagógicos	92

## **Resumen**

La presente tesina tiene como finalidad abordar la problemática de cómo afrontar y tratar las ideas alternativas de los estudiantes de segundo año de enseñanza media en la asignatura de física, específicamente en la unidad didáctica de fuerzas, para así asistir en la realización de un aprendizaje efectivo que permita ejecutar una correcta alfabetización científica que evite la propagación de las concepciones alternativas.

La realización del objetivo será abordada mediante la formulación de una secuencia didáctica que tendrá en consideración actividades, metodologías y recursos pedagógicos de la educación en ciencias que propicien la adquisición de un aprendizaje significativo sobre las temáticas de fuerza. Se distingue el uso del FCI como una herramienta de indagación que permite analizar el estado de las ideas alternativas que poseen los estudiantes, para así poder realizar la planificación de la unidad didáctica respecto a las necesidades formativas del alumnado.

Se consideran las proyecciones y aportes de este trabajo, en el cual se utilizan temas afines a la cotidianidad de los estudiantes para así incentivar el interés y motivación de estos en la comprensión y aprendizaje de las ciencias.

## **Abstract**

The present thesis aims to approach the problem of the reception and management of alternative ideas from students in second year of Enseñanza Media (secondary school) in the subject of physics, specifically in the didactic unit of forces. This will assist the student's effective learning, allowing the implementation of a correct scientific alphabetization, and therefore, preventing the propagation of alternative preconceptions.

The realization of the objective is to be approached through the formulation of a didactic sequence, which will include activities, methodologies, and pedagogical resources from the area of science education which favours the acquisition of meaningful learning on the topic of forces. The FCI will be used as a research tool which allows the analysis of the alternative ideas held by the students, which will allow the planning of the didactic unit according to the formative needs of the students.

The projections and input of this work use topics related to the everyday life of students with the purpose of encouraging their interest and motivation towards their understanding and learning of the sciences.

## **Palabras claves**

Aprendizaje significativo, ideas alternativas, ABP, Enseñanza de las Ciencias.

## **Introducción**

Resulta común que el conocimiento científico que los individuos posean sea una interpretación de los fenómenos naturales directamente observable por sus sentidos, lo que permite que se generen y perpetúen ideas alternativas que son suficientes para darle sentido al mundo observable que los rodea, pero que no son científicamente aceptadas. Las ideas alternativas son, por tanto, concepciones resultantes de reiteradas experiencias de observación directa de la naturaleza, lo que hace que sean una sólida estructura cognitiva, lo cual tendrá como consecuencia que la enseñanza de las ciencias ya no será sólo la adquisición de nueva información, sino que será la reestructuración y organización de dichas concepciones de los estudiantes. Lo anterior queda en evidencia en el periodo escolar cuando los estudiantes tienen que afrontar las diversas ramas de las ciencias que les serán impartidas, asignaturas donde se generará un choque entre sus ideas alternativas con las ideas científicamente aceptadas, como se da en el caso de biología con el tópico de evolución; o como se observa en el caso de química con el equilibrio químico, como así mismo es perceptible en física al tratar la mecánica, entre otras ramificaciones.

La existencia de las ideas alternativas se vuelve una preocupación a tratar para los educadores, puesto que el no considerarlas causará que estas se mantengan y reproduzcan en la sociedad, como se puede evidenciar en algunos medios de comunicación, redes sociales o hasta textos escolares. Por otro lado, estas estructuras cognitivas previas también tendrán un efecto en el aula de clases, ya que su presencia causará una dificultad en el momento en que los docentes quieran realizar un correcto proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que los estudiantes intentarán abordar las diferentes problemáticas presentadas haciendo uso de dichas ideas alternativas, lo cual provocará que se dificulte la tarea de generar conexiones entre conocimientos y experiencias, condicionando la adquisición de un aprendizaje efectivo.

Hoy en día existe una gran variedad de estudios e investigaciones sobre las ideas alternativas en diversas asignaturas escolares. A pesar de lo anterior, resulta más difícil encontrar manuscritos que hablen sobre cómo tratar dichas ideas alternativas en el aula de clases, por lo cual resulta de interés elaborar un método aplicado mediante una secuencia

didáctica que sea capaz de considerar, tratar y adecuar las ideas alternativas de los alumnos, con la finalidad de generar un aprendizaje efectivo.

Para la realización de la propuesta de la secuencia didáctica se llevó a cabo una investigación bibliográfica sobre el aprendizaje significativo, puesto que se considera que es una teoría del aprendizaje afín al tratamiento de las ideas alternativas, ya que le da importancia a los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto al contenido que se busca enseñar. Además, busca integrar estas concepciones previas con el nuevo conocimiento con la finalidad de darle un significado psicológico que involucre al estudiante, lo que permitirá que se genere una adecuación conceptual, es decir, una evolución o modificación de los conocimientos previos que resulta de combinarlos con la nueva información.

Considerando que la propuesta didáctica formulada está dirigida a tratar las ideas alternativas, se decide planificar la unidad didáctica de fuerzas para el nivel de segundo año de enseñanza media.

Al observar que hay que tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, y debido a que se trabajará con mecánica newtoniana, resulta de interés aplicar el Force Concept Inventory (FCI), ya que este cuestionario de indagación permite identificar tanto el grado de conocimiento como las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre el contenido mencionado. De esta forma, la aplicación del cuestionario tendrá un rol fundamental a la hora de planificar y elaborar la unidad didáctica, puesto que permitirá analizar las condiciones iniciales de los estudiantes a los que se instruirá en el proceso.

El método de enseñanza aprendizaje elegido para ejecutar la secuencia didáctica fue el aprendizaje basado en problemas debido a que es un método que involucra a los estudiantes para que generen su propio aprendizaje basándose en la experiencia que les dará la clase. Por otro lado, este método también promueve lo que sería el uso de situaciones de la vida cotidiana para enseñar, lo cual permite generar un punto de reflexión y reestructuración de las ideas previas de los alumnos. Además, este método permite desarrollar otras habilidades transversales a la enseñanza de las ciencias que resultan esenciales para el desarrollo de la

vida ciudadana, como es el caso de las habilidades de argumentación y comunicación, entre otras.

La planificación de la secuencia didáctica se basó en cinco etapas, las cuales fueron el análisis del curso, diseño de la unidad didáctica, desarrollo del material formativo, implementación de la intervención docente y evaluación del proceso. Además de lo anterior, también se tuvieron en cuenta los elementos solicitados por el currículum nacional, como es el caso de los objetivos de aprendizaje y la cantidad de horas pedagógicas destinadas a la unidad didáctica a tratar, entre otros.

La motivación de los autores para realizar la propuesta didáctica se debe principalmente a lo observado durante el desarrollo de sus prácticas profesionales, donde se evidenció directamente la existencia de las ideas alternativas en los estudiantes de los diferentes niveles de enseñanza en los que realizaron labores docentes. Además de lo anterior, también se analizó que, por diversos factores, como la priorización curricular, el método de enseñanza del docente u otros motivos, no había un espacio para averiguar los conocimientos previos de los alumnos, por lo que la ejecución de las clases no tenía en consideración a las ideas alternativas, provocando que estas se mantuvieran prácticamente intactas, lo cual se manifestaba en las evaluaciones tanto formativas como sumativas. Lo anterior llevó a que se planteara la interrogante de cómo afrontar la existencia de las estructuras cognitivas previas para poder propiciar un aprendizaje efectivo.

# Capítulo 1: Planteamiento del problema

## 1) Antecedentes y formulación del problema

Es normal que los estudiantes al enfrentarse por primera vez a la asignatura de ciencias naturales posean sus propias ideas y explicaciones acerca de los fenómenos que han experimentado o visto durante su vida, fenómenos que podrían o no ser triviales. En el caso de biología, los estudiantes presentan problemas en el tema evolución, creyendo que solo se presenta frente a cambios climáticos drásticos (Nehm y Reilly, 2007), o en química, en el tópico de equilibrio químico, los estudiantes confunden la cantidad de moles con concentración molar o interpretan de forma incorrecta el principio de Le Chatelier, entre otras (Bergquist y Heikkinen, 1990). En física, como dan cuenta González y Chavero, los estudiantes a lo largo de su formación presentan distintas ideas alternativas frente a tópicos como mecánica (tema que se abordará en la presente tesis); óptica, asociando un rayo de luz cuya fuente es el ojo humano y este rebota en los objetos siendo esta la razón por la cual se puede ver; fluidos, creyendo que todo aquel fluido transparente es agua o que el aire flota a nuestro alrededor sin generar ningún efecto; termodinámica, aplicando como sinónimos los conceptos de calor y temperatura; electricidad, dado que relacionan la pérdida de voltaje como un “gasto de la corriente” o que la corriente eléctrica solamente es capaz de viajar en un solo sentido.

El Force Concept Inventory (FCI) o el Inventario del concepto de fuerza es una herramienta pedagógica creada por los Hestenes, Halloun, Wells y Swackhamer en el año 1985, el cual permite al docente determinar el grado de conocimiento de los estudiantes sobre la mecánica newtoniana, además de identificar los errores cometidos por los mismos al realizar dicha prueba. Por otro lado, el FCI puede ser aplicado dos veces a una misma población o muestra de estudiantes, una primera vez para identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes y la segunda vez para analizar la eficiencia pedagógica del curso o actividades realizadas para tratar el tópico de fuerza y de esta manera cuantificar los datos para un análisis más exhaustivo. El uso del FCI por parte de diversos investigadores a lo largo del globo ha sido clave para reconocer los errores conceptuales que poseen los estudiantes en la asignatura de física y particularmente en el área de la mecánica newtoniana.

El FCI consta de 30 preguntas de selección múltiple de cinco alternativas, de las cuales sólo una es la correcta (Newtoniana) y cuatro alternativas corresponden al sentido común o ideas alternativas que posee el estudiante (no-Newtonianas), permitiendo identificar las preconcepciones que tienen los estudiantes de manera eficaz, dado que al ser un test permite un análisis cuantitativo en cada pregunta, permitiéndole conocer al investigador las falencias o errores que están cometiendo los estudiantes. Como explica Mora y Herrera (2009), dentro de lo que evalúa el test en cuestión se encuentran los tópicos de cinemática, leyes de Newton, principio de superposición y tipos de fuerza. En cinemática se espera que el estudiante logre reconocer los conceptos de desplazamiento velocidad y aceleración. En las leyes de Newton se espera que para la primera vez que el estudiante rinda el test, este logre comprender el concepto de inercia aplicado a situaciones cotidianas. En preguntas relacionadas con la segunda ley se requiere la comprensión que la acción de las fuerzas son las causantes del movimiento de los cuerpos, y para la tercera ley está previsto identificar si el pensamiento del estudiante se rige por el principio de dominancia, es decir, que el cuerpo más grande, “más fuerte”, o más activo ejerce más fuerza. Para el principio de superposición se espera que los estudiantes logren identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y la suma vectorial de éstas. Por último, se analizan los tipos de fuerza, explorando si el estudiante considera que los distintos obstáculos dentro de la trayectoria de un cuerpo no ejercen fuerza o si la masa es una especie de resistencia al movimiento.

Además, los autores anteriormente mencionados (Mora y Herrera, 2009) resumen en su trabajo las ideas previas que se espera obtener al momento de aplicar el FCI según distintos artículos. Dentro de las ideas alternativas que los estudiantes podrían mostrar al momento de analizar los resultados se encuentran las siguientes: la causa de todo movimiento es una fuerza, y que dicho movimiento puede iniciar, mantenerse u oponerse, los dos primeros casos a causa de una fuerza que es aplicada al objeto, mientras que en el último es debido a la resistencia intrínseca del objeto a moverse, ya sea por su masa o peso, o por la resistencia del medio en el que se encuentra dicho objeto, es decir se poseen concepciones erróneas respecto a la inercia del cuerpo y a los distintos tipos de fuerza de roce que puede haber en cada caso.

Otras ideas alternativas es que todo objeto que se encuentra en reposo es debido a que no hay fuerzas actuando sobre él y que el aire (o la presión del aire) son las responsables que

los objetos se mantengan en reposo. Por otro lado, los estudiantes expresaron que cuando un objeto se encuentra en reposo sobre una superficie, lo único que hace la superficie es no dejar que el objeto caiga, evitando así que este se mueva, es decir, los estudiantes no consideran la fuerza que ejerce la superficie. Continuando con la idea anterior, los estudiantes señalan que los obstáculos dentro de la trayectoria de un objeto pueden ser causantes de detener el estado de movimiento del cuerpo (modificar su dirección o detener el movimiento) pero no son capaces de ejercer o aplicar fuerzas. Otra de las ideas alternativas de los estudiantes es que los objetos no requieren de una fuerza que esté siendo ejercida sobre ellos para caer, esto debido a que ellos (los objetos) siempre quieren ir hacia abajo, a causa de la creencia por parte de los estudiantes que la gravedad es la tendencia a caer de los objetos, por lo que no consideran a ésta como una fuerza. Es más, dentro de los estudios realizados por Minstrell (1982), se encontró que los estudiantes creen que los objetos que se encuentran directamente sobre el suelo no serían afectados por la gravedad y que en cambio aquellos que se encontraban por sobre el suelo, sobre una mesa, por ejemplo, sí lo son. Además, otro estudiante explicitó que la gravedad solo es responsable de llevar los objetos hacia el suelo y que si un objeto ya se encuentra en contacto con la Tierra la gravedad deja de actuar. Siguiendo la línea de la idea alternativa anterior, Halloun y Hestenes (1985) encontraron que muchos estudiantes creen que el efecto de la fuerza no aparece en el instante que es aplicada. Además de las ideas alternativas anteriormente mencionadas se encuentra que el 14% de los estudiantes, de un total de 478, que se les aplicó el Mechanics Diagnostic Test creían que, al aplicar una fuerza constante sobre una partícula, ésta se movería con velocidad constante, es decir, se malinterpreta la segunda ley de Newton, siendo entendida matemáticamente como  $F = mv$ , en vez de  $F = ma$ , que es similar a lo que pensaba Aristóteles, el cual indicaba que la velocidad a la que caía un cuerpo era proporcional a su peso e inversamente proporcional a la densidad del medio en el cual se encuentra.

Lo anterior cobra especial sentido cuando el estudiante se enfrenta a nuevos contenidos en el aula, sobre todo en el área de las ciencias exactas como lo es la asignatura de física. El propósito de dicha asignatura según el actual curriculum nacional del ministerio de educación es que:

*“los estudiantes posean las herramientas necesarias para desarrollarse y comprender el mundo que los rodea”.*

Dicho propósito se ve directamente afectado debido a las ideas previas que poseen los estudiantes al momento de revisar los contenidos en el aula. Como se indica en Burbano (2001) el estudiante ingresa al aula con una serie de explicaciones a los distintos fenómenos naturales que lo rodean en base a su experiencia, pero que científicamente podrían no ser los correctos o aceptados. Esto genera una dificultad o barrera al momento de querer realizar un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje, porque el estudiante al encontrarse con una problemática real en el aula utilizará dichas ideas, las cuales no lograrán dar una explicación coherente o correcta de acuerdo a los tópicos o temas tratados. Según Carrascosa (2013) las personas poseen sus propias ideas (denominadas preconcepciones), en base a la experiencia y observación directa y reiterada, sobre cómo funciona la naturaleza. Por lo tanto, por lo anterior, es esperable que al transmitir conocimiento científico sobre la asignatura de física a estudiantes de segundo medio se encuentren preconcepciones que generen conflicto al momento de producir un aprendizaje que genere conexiones entre conocimientos y experiencias previas, es decir, un aprendizaje significativo. De hecho, según Mahmud y Gutiérrez (2008), la existencia de las preconcepciones representa una dificultad al momento de enseñar ciencia, puesto que son el resultado de la percepción y su estructuración cognitiva de situaciones vividas que se manifiestan como conocimiento empírico. La complejidad de estos conceptos previos que tienen los estudiantes recae en que, según González y Chavero (1993), el aprendizaje de los educandos se da en mayor parte por reestructuración y organización de experiencias previas que por adquisición de nueva información. Otra fuente predominante en la presencia de las ideas alternativas es el lenguaje habitual el cual posee un sentido completamente diferente al lenguaje científico. Por ejemplo, Carrascosa (2013) menciona que una gran parte de los nombres o conceptos utilizados en las ciencias son utilizados con anterioridad en el lenguaje cotidiano, pero que carecen de su significancia científica, tal es el caso de conceptos como masa, peso, calor, temperatura, velocidad, aceleración, fuerza, entre otros.

Por otro lado, la permanencia de las ideas alternativas se puede asociar a los medios de comunicación, redes sociales e incluso textos escolares, dado que infografías y titulares

exhibidos en dichos medios provocan que haya una asociación incorrecta entre ciertos conceptos como se presenta a continuación:

Figura 1

Errores conceptuales en cómics



*Nota.* Tomado de *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto* por Carrascosa, J., 2006, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(1).

En las viñetas se puede apreciar la idea alternativa de que los cuerpos mientras más masa tienen, más peso tendrán y, por ende, caen más rápido a la superficie terrestre. Como se mencionó anteriormente, esto no solo ocurre en cómics, sino que también en medios de comunicación:

Figura 2

Errores conceptuales en medios de comunicación



*Nota.* Tomado de *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto* por Carrascosa, J., 2006, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(1).

En la primera imagen se puede apreciar en el pie de foto dice “Astronauta trabajando en ausencia de gravedad”, mientras que en el segundo titular indica que la causa directa por la cual los astronautas pierden masa ósea es debido a que en el espacio no hay gravedad.

E incluso en textos escolares:

Figura 3

Errores conceptuales en textos escolares

The diagram illustrates a parabolic trajectory of a projectile. At the peak, the velocity is labeled  $v = 0$ . The ascent phase is labeled "ASCENSO CONTRA LA GRAVEDAD" with the text "El cuerpo se frena con una aceleración negativa de  $g = -9,8 \text{ m/s}^2$ ". The descent phase is labeled "CAÍDA LIBRE" with the text "El cuerpo cae con aceleración positiva  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ". A person is shown on the left throwing the object.

### 4.3 El descenso y el ascenso de los cuerpos

Los cuerpos, dejados libremente, caen describiendo un movimiento uniformemente acelerado cuya aceleración es la de la gravedad, ( $g$ ), y, de igual forma, los cuerpos lanzados hacia arriba describen un movimiento uniformemente retardado cuya aceleración es la de la gravedad cambiada de signo ( $-g$ ).

Las ecuaciones de estos movimientos pueden obtenerse de las del tema 3 sustituyendo la aceleración,  $a$ , por la de la gravedad,  $g$ , obteniéndose:

a) Para el descenso:

$v = v_0 + g \cdot t$	$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$
-----------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------

b) Para el ascenso:

$v = v_0 - g \cdot t$	$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$
-----------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------

Nota. Tomado de *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III)*. Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto por Carrascosa, J., 2006, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(1).

En la figura se puede apreciar que las ecuaciones descritas son para un movimiento unidimensional, mientras que el dibujo sugiere que el movimiento está siendo realizado en dos dimensiones. Por otro lado, se indica que, dependiendo del estado de movimiento del cuerpo, varía la aceleración de gravedad lo cual no tiene sentido.

Existen bastantes estudios acerca de dichas ideas previas en variados niveles educativos, por ejemplo, Zabala (2012), menciona que un grupo de estudiantes en su primer curso universitario de física fue sometido al examen FCI, siendo la primera pregunta del test relacionada a la segunda ley de Newton. Dado que el 65% de los estudiantes contestó de manera errónea, es claro que hubo un problema en el aprendizaje, y más concretamente con el tratamiento de sus concepciones alternativas o preconcepciones respecto al tema, dado que los educandos relacionan la fuerza con la velocidad.

Del mismo modo señalan Pánchez y Saquinaula-Brito (2019), que al realizar un estudio con el examen FCI a un grupo de estudiantes de primer año de ingeniería de una universidad pública ecuatoriana, la gran mayoría posee errores conceptuales ligados a las preconcepciones o ideas alternativas y que solo un 4% de los 140 estudiantes que fueron sometidos al examen respondieron correctamente a la definición de fuerza. Esto da cuenta de la falencia conceptual que existe en la enseñanza preuniversitaria de la física y la poca responsabilidad del profesorado para tratar de detectar y disminuir dichas preconcepciones.

En Chile, también se han realizado estudios sobre las ideas alternativas y preconcepciones que poseen los estudiantes, por ejemplo, Vanegas y Rabanales (2021) indican en su estudio que a pesar de que existen cinco niveles de enseñanza entre ambas poblaciones examinadas (alumnos de octavo y cuarto medio), los grupos comparten, en mayor o en menor medida, concepciones alternativas que se encuentran arraigadas a las representaciones mentales de los alumnos. Asimismo, Huerta (2016) señala que (luego de realizar un estudio para conocer las preconcepciones de estudiantes que cursan segundo año en pedagogía en física y matemática de la universidad de Santiago de Chile), es altamente probable que los errores cometidos se hayan consolidado durante el periodo escolar y que es necesario que los profesores apliquen instrumentos de evaluación que faciliten el aprendizaje significativo del estudiante teniendo en cuenta las ideas alternativas que estos posean. Otro claro ejemplo es el que detalla Cuevas, Salazar, Soto y Bravo (2018) en su análisis a la prueba Simce, rendida por alumnos de sexto año básico durante los años 2013 y 2015, dejando en evidencia que los estudiantes de dicho nivel presentan errores conceptuales ligados a sus experiencias o bien información que les es transmitida por sus familiares, y que, al ser errónea, dificulta que el estudiante aprenda de manera correcta.

Es por estos motivos que, el identificar los errores conceptuales que poseen los estudiantes (que son producto con su contacto y experiencia con el entorno), es vital para desarrollar una estrategia efectiva a la hora de presentar los contenidos en el aula.

Por lo tanto, es de suma importancia para el profesorado conocer las preconcepciones que tienen los estudiantes al momento de comenzar a enseñar las distintas unidades temáticas en el aula, debido a que estas representan esquemas conceptuales interiorizados presentes en

el educando, esquemas que según Bello (2004) son construcciones altamente resistentes al cambio, persistiendo incluso con instrucción escolar.

Es por esto mismo que el desafío del docente es usar las preconcepciones para dirigir la enseñanza del estudiantado a un aprendizaje que conecte y vincule los contenidos revisados en el aula con los conocimientos y experiencias previas del estudiantado, lo que se produce a través de la adecuación de dichas preconcepciones mediante un cambio conceptual. Dicho proceso se realiza de manera gradual y busca cambiar los modelos que posee el estudiante mediante el enriquecimiento de los modelos existentes y no mediante la desarticulación de dicho esquema conceptual. Mahmud y Gutiérrez (2008) indican que es un propósito de la enseñanza de la ciencia la aplicación de métodos que provoquen la transformación de las preconcepciones del estudiante mediante el cambio conceptual.

Lo anterior es debido a que según González y Chavero (1993) advierten que no tomar en consideración las ideas previas del estudiante conlleva a una persistencia de las preconcepciones puesto que existe un conocimiento que se utiliza en la escolaridad, para resolver ejercicios y pruebas, pero que no es utilizado para explicar fenómenos naturales o situaciones que el estudiante se encuentra en su vida cotidiana.

Otro motivo de esta persistencia es que el modelo enseñado contrasta mucho con el esquema mental del alumno, de forma que para él los conceptos nuevos carecen de significado. Es decir, que los contenidos que presenta el docente en el aula no son asimilados por el estudiante, por lo que no logra modificar su esquema mental para desarrollar uno nuevo, sino que se genera un esquema mental paralelo al anterior. Esto conlleva a que en temas académicos el estudiante logre un desempeño correcto, pero cuando los temas son llevados a situaciones cotidianas, se vuelve a incurrir en los mismos errores (ya que no se crearon los nexos entre las ideas previas y los contenidos del aula). Es por lo anterior que resulta pertinente que el profesorado tome como punto de partida las preconcepciones, y que se desarrollen métodos que se enfoquen en transformar las ideas previas mediante la involucración activa del estudiante en la enseñanza. Una manera de lograr esto es, por ejemplo, hacer que contrapongan sus ideas con el conocimiento científico, que experimenten situaciones que generen conflictos con sus ideas para así introducir los nuevos conocimientos, en definitiva, hacer que el alumno sea consciente de su aprendizaje.

De este modo, el desafío para el profesor será, según Mahmud y Gutiérrez (2010) generar metodologías que tomen en cuenta las preconcepciones de los alumnos para que así se propicien conflictos entre las ideas científicas con las ideas previas de los educandos. Así se logra generar un aprendizaje efectivo que permite tratar las ideas alternativas, evitando que estas se propaguen a otros años de enseñanza, permitiendo que los educandos tengan bases científicas sólidas y logrando una correcta alfabetización científica.

## **2) Enunciado del problema**

Es por lo expuesto anteriormente que la siguiente investigación busca responder la siguiente interrogante:

¿Cómo se pueden tratar las ideas alternativas o preconcepciones pertinentes a la unidad de fuerzas (de la asignatura de física) en estudiantes de segundo año de enseñanza media desde la teoría del aprendizaje significativo

## **Capítulo 2: Objetivos de trabajo**

### **1) Objetivo general**

Generar una propuesta didáctica constructivista basada en la teoría del aprendizaje significativo que propicie el cambio conceptual en las ideas alternativas de la unidad de fuerza en estudiantes de segundo medio.

### **2) Objetivos específicos**

Por otro lado, dentro de los objetivos específicos se encuentran:

1. Utilizar el FCI para identificar las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre el tópico de fuerzas.
2. Analizar las respuestas obtenidas luego de la aplicación del FCI en busca de patrones comunes de error.
3. Generar, en base a la evidencia arrojada, una secuencia didáctica que permita abordar las ideas alternativas de los estudiantes desde la teoría del aprendizaje significativo.
4. Evaluar el proceso de enseñanza realizado a los estudiantes.

### **Capítulo 3: Fundamentación del problema**

Como ya se ha señalado, las ideas alternativas son parte de las representaciones mentales que poseen los estudiantes y que fueron construidas de acuerdo a su experiencia o por transmisión de terceros. Este concepto cobra importancia, tal como menciona Carrascosa (2014), dado que en un comienzo las dificultades de comprensión teóricas no eran preocupantes para los docentes, debido a que

“los fallos en la resolución de problemas numéricos - con un alto índice de fracasos - o las carencias y limitaciones de unas prácticas de laboratorio - apenas presentes-, resultaban más preocupantes que las posibles dificultades de comprensión de los conceptos, como mostraba el hecho que la mayoría de los estudiantes en la parte teórica de los exámenes, era donde mejores puntuaciones obtenían.”

Por lo que se creía que la capacidad que poseían los estudiantes de responder el apartado teórico no era más que el fruto de una repetición memorística, en vez de un aprendizaje realmente significativo. No fue hasta que se utilizaron preguntas que intentaban descubrir dichos errores conceptuales como “una piedra cae desde cierta altura en un segundo ¿Cuanto tiempo tardara en caer desde la misma altura una piedra del doble de masa?”, en la que un porcentaje bastante alto respondía que sería en la mitad del tiempo en caer, aún cuando los mismos estudiantes ya habían resuelto muchos ejercicios sobre caída de objetos.

Otro hecho de importancia mencionado por el autor, es que los errores presentados por los estudiantes no se debían a un simple olvido o equivocaciones momentáneas, sino que los errores provenían de ideas que los estudiantes tenían arraigadas y que estaban seguros de estas. Este patrón se repetía en distintos países, niveles educacionales e incluso en un porcentaje no menor de profesores en formación y que se encontraban activos.

A estos errores que cometen los estudiantes aún después de haber sido instruidos, se les conoce como errores conceptuales, dado que las respuestas de los estudiantes contradecían a los conocimientos teóricos ya impartidos por los docentes. Además, cabe distinguir que ideas alternativas y errores conceptuales no son sinónimos, la diferencia radica principalmente en que las ideas alternativas son propias de los educandos y los errores

conceptuales se cometen y son originados por las ideas alternativas. Dicho de otra manera, como bien menciona Carrascosa (2015)

“a este tipo de respuestas, contradictorias con los conocimientos científicos vigentes, que suelen darse de manera rápida y segura, ampliamente extendidas, y que se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos – sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos teóricos que las contradicen –, se les denomina errores conceptuales, porque responden a la existencia, en la mente del sujeto que los comete, de determinadas concepciones o ideas diferentes – alternativas – respecto de los conceptos científicos que se quieren enseñar”

Un ejemplo de esto indica el autor, es que en un ejercicio en el cual se solicita calcular la rapidez con la que un lastre, que se encuentra atado a un globo que asciende verticalmente a una velocidad de 10 metros por segundo, llega al suelo luego de ser soltado al alcanzar los 40 metros de altura y que la aceleración de gravedad corresponde a 10 metros por segundo al cuadrado, considerando el roce despreciable, es fácil comprobar que según la mecánica clásica la solución a dicho problema es que la rapidez con la que toca el suelo es de 30 metros por segundo. Si bien pueden existir muchos errores al momento de resolver dicho ejercicio, existe uno que destaca por sobre los demás y es la respuesta de 28,3 metros por segundo la cual corresponde a un error conceptual, debido a que para llegar a dicho resultado el estudiante posee una idea alternativa en concreto: la idea de fuerza como causa del movimiento. Dicha idea lleva a pensar al estudiante que debido a que el lastre perdió contacto con el globo, este queda sometido únicamente a la fuerza peso y por ende debe comenzar a caer inmediatamente con una velocidad inicial de 0.

Por otro lado, el director de la revista “Science Education” indicó que aún llega un gran número de textos sobre concepciones y que, a su juicio, esta es la dirección incorrecta ya que dichos manuscritos no hacen contribuciones claras sobre posibles direcciones futuras para nuevos estudios y que es tiempo de abandonar las investigaciones que son simplemente descriptivas para avanzar en estrategias implicadas en el uso de las concepciones (Duschl, 1984, como se citó en Solano, Jiménez y Marín, 2000). Asimismo, indicaron tanto la ex directora como la directora adjunta de la revista “Enseñanza de las Ciencias”, que la gran mayoría de manuscritos que reciben tratan sobre la descripción de las concepciones en vez

de la forma en que se pueden utilizar para solventar dichos problemas conceptuales (Sanmartí y Azcárate, 1997, como se citó en Solano et al., 2000).

Una manera de trabajar con las ideas alternativas es realizar un cambio conceptual en los estudiantes para de esta manera lograr complementar o modificar el esquema mental presente en ellos. Así lo afirman diversos autores que proponen que, para lograr el aprendizaje, es necesario que los estudiantes realicen un cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982, como se citó en Raynaudo y Peralta, 2017). Sin embargo, existen distintas teorías sobre cómo se efectúa el cambio conceptual, que, si bien difieren en ciertos aspectos, todas apuntan a que el individuo cambie su esquema mental.

Según Posner, los individuos pasan por dos procesos, asimilación y acomodación. La asimilación se da cuando el individuo da sentido a nuevos conceptos o sentidos en base a sus ideas previas, en cambio la acomodación surge cuando el sujeto no logra dar dicho sentido, lo que define como un conflicto cognitivo que generaría una reorganización o reemplazo de los conceptos o ideas anteriores. Además, las ideas previas serían esenciales para que el fenómeno ocurriera y el proceso de acomodación sería gradual.

Chi (2008) reafirma que el proceso del cambio conceptual se produce de manera gradual pero que las ideas previas serían algo erróneo mientras que el contenido o ideas a enseñar serían las correctas. Asimismo, Vosniadou y Brewer (1994) plantean que el cambio conceptual se produciría de manera lenta y gradual, esto porque el individuo pasa por un proceso en el cual los modelos mentales son completados, abandonados y revisados de acuerdo a la nueva información otorgada y que las ideas previas de los sujetos son sumamente resistentes al cambio.

Jiménez-Aleixandre (1991) hace énfasis en que las ideas previas y nuevas pueden coexistir en el individuo, y que dependiendo la circunstancia en la cual se encuentra se active una concepción u otra. Los autores anteriormente mencionados indican que las ideas previas son esenciales para lograr un cambio conceptual y que es de relevancia estudiarlas por sus implicaciones pedagógicas.

Como se menciona en Chen y Wang (2016) deben ocurrir cuatro condiciones necesarias para que se produzca el cambio conceptual. La primera condición es la insatisfacción, en la cual el individuo no se encuentra conforme con su esquema mental frente a la situación presentada, luego la inteligibilidad en la cual el sujeto no logra comprender el por qué dicho esquema no logra encajar o no logra explicar la nueva realidad, luego la plausibilidad en la cual los sujetos aceptan como verdadero, creíble y razonable el concepto presentado y este no entra en conflicto con las ideas previas del mismo, y por último la utilidad, en la cual el estudiante descarta aquellas ideas que no pudieron dar explicación suficiente para la situación planteada, por ende, logran incorporar nuevas concepciones a su esquema mental, dándose cuenta de los beneficios que dicho aprendizaje supone.

El cambio conceptual cobra especial interés dado que al producirse, el estudiante logra modificar su esquema mental, en el cual la realidad tiene otra explicación y comienza a verla de manera distinta, lo que genera que el estudiante adquiera un grado de explicación de la realidad del cual no puede retroceder de un modo inconsciente (Rodríguez y García, 1988), por lo que supone un avance positivo en la formación del estudiante, dado que no volverá a cometer los errores conceptuales anteriores, logrando entonces un aprendizaje significativo.

Entonces, cobra importancia que el docente note cuando ocurre dicho cambio conceptual para garantizar que los estudiantes no se queden con un esquema mental que no corresponde a las concepciones científicas correctas.

Previamente se hace alusión a que es de interés generar un aprendizaje significativo en base a las ideas previas que posee el alumno, puesto que según Ausubel (1983), el aprendizaje del estudiantado depende de las estructuras cognitivas previas que estos ya poseen, ya que son estas las que se relacionarán y evolucionarán en conjunto con el nuevo contenido. Siguiendo esta línea, para Rivas (2008), el aprendizaje significativo será un aprendizaje que se logrará mediante la estimulación de los conocimientos y experiencias previas que posea el sujeto a quien se busca enseñar, esto debido a que de esta forma se consigue relacionar e integrar la estructura cognitiva previa con los conocimientos nuevos a presentar, y, de esta forma, permitiendo que el sujeto le brinda un significado a la nueva

información a partir de sus conocimientos previos, lo que le permitirá una mejor comprensión de dichos conocimientos.

Por otro lado, Moreira (2012) recuerda la existencia de subsunsores o ideas anclas, que serán las ideas preexistentes en la estructura cognitiva del individuo. Estos subsunsores serán entonces las ideas previas relevantes que le permiten al estudiante brindarles significado a los nuevos contenidos a interiorizar. También agrega que, si bien los subsunsores existen, estos pueden variar en su estabilidad cognitiva, por lo que se pueden ir modificando en el proceso de enseñanza al ir adquiriendo nuevos significados al introducir nuevos conocimientos.

Dicho lo anterior, entonces las preconcepciones de los estudiantes se pueden considerar como subsunsores, lo que a la vez permite la posibilidad de ir modificándolos mediante la integración de nuevos conocimientos, en un proceso que brindará tanto nuevo significado a las preconcepciones como a los nuevos saberes a enseñar, todo esto mediante la corroboración de las ideas previas o de la adecuación de estas, es decir, siendo las ideas previas subsunsores, los cuales se pueden modificar y evolucionar mediante la integración de nuevos conocimientos, se puede entonces llevar a cabo un cambio conceptual mediante la dotación de nuevo significado tanto a las preconcepciones como al nuevo contenido.

Según Carrascosa (2005), para poder propiciar un cambio conceptual, lo primero a hacer es conocer los esquemas conceptuales que tienen los estudiantes, puesto que la existencia de las preconcepciones se debe en gran parte a la metodología del sentido común, y es en este punto en que coincide con lo que dice Ausubel (1983), donde plantea que lo primero que hay que hacer antes de instruir al estudiante es conocer lo que este ya sabe. De este modo, Carrascosa (2005), plantea que para el cambio conceptual no hay que eliminar los conocimientos previos de los estudiantes, sino utilizarlos como punto de partida para propiciar un una adecuación mediante diversas estrategias que sean pertinentes, es decir, plantea que hay que hacer uso de los subsunsores de los alumnos para poder generar un aprendizaje que tenga significado, y que bien este aprendizaje debe tener una relación directa con los esquemas conceptuales que estos tengan, puesto que si se enseña de manera arbitraria, se generará un aprendizaje diferenciado que opere en la escuela, pero que no se usará en la cotidianidad de sus experiencias.

Mahmud y Gutierrez (2008) reconocen que la existencia de las preconcepciones representan una de las dificultades y retos en la enseñanza de las ciencias en la actualidad, puesto la existencia de estas no es un simple error conceptual, sino que concuerdan con que estas son fruto de la metodología del sentido común, por lo que estas preconcepciones son utilizadas como conocimiento base a la hora de construir o asimilar nuevo conocimiento científico, es decir, desde un enfoque de la teoría de Ausubel, las preconcepciones serán consideradas ideas ancla o subsunsores. Al estar estas ideas tan arraigadas en la estructura cognitiva del estudiante, no basta ni es útil el intentar eliminarlas, sino que resulta más práctico y provechoso el tratarlas mediante estrategias pedagógicas que propicien un cambio conceptual. Por lo anterior, es pertinente considerar a las preconcepciones como ideas previas a considerar al momento de alfabetizar científicamente.

Como dice Palmero (2011), el conocimiento significativo tiene como finalidad crear una conexión entre los esquemas mentales previos que tiene el sujeto con conceptos nuevos, donde lo primordial de dicha conexión es brindar un significado a lo nuevo. Esto se evidencia puesto que Ausubel (1983) indica que una de las características del aprendizaje significativo es que permite la evolución, diferenciación y estabilidad tanto de los subsunsores como de la estructura cognitiva del estudiante.

## **Capítulo 4: Marco teórico**

### **1) Conceptos Pedagógicos**

#### **1.a) Ideas alternativas.**

Al hablar de ideas alternativas o preconceptos se hace alusión a todas las ideas que tienen los estudiantes con las cuales pueden explicar o comprender los distintos fenómenos científicos. Su característica principal es que son construcciones personales debida a la interacción de los sujetos, en este caso los estudiantes, con el mundo cotidiano. Son muy resistentes al cambio y están presenten en distintos grupos etarios, países, formación, etc. Al ser formadas en base a las vivencias personales están fuertemente ligadas a la percepción de los individuos

#### **1.b) Cambio Conceptual.**

Cuando se habla de cambio conceptual es necesario definir en primer lugar lo que es un concepto, si bien no existe una definición tal en el área de la psicología, se utilizará a lo largo de esta tesis la definición que introduce Carey mencionada por Raynaudo y Peralta (2017), en la cual “concibe los conceptos como símbolos mentales, como unidades de representación mental. Estos símbolos serían los eslabones que constituyen los pensamientos, de este modo los conceptos pueden combinarse para crear estructuras representacionales más complejas” (p.138).

Actualmente existen distintos modelos respecto al cambio conceptual y a lo que es dicho concepto. Si bien los autores los definen desde sus propias perspectivas todas tienen en común que uno de los elementos más importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje son las ideas alternativas. A continuación, se realizará un resumen de los postulados de los diversos autores respecto al cambio conceptual:

a) Modelo de Posner

Según Posner, el cambio conceptual se produce por un proceso de asimilación y acomodación. La asimilación consiste en dar sentido a nuevos conceptos a partir de ideas previas mientras que la acomodación consiste en generar un conflicto cognitivo debido a que sus esquemas mentales no logran satisfacer la realidad, es decir, que el estudiante no logra explicar los fenómenos naturales con su conocimiento previo, lo que genera un proceso de reemplazo o reorganización de dichos conceptos.

b) Modelo de Chi

Para Chi, existen dos tipos de cambios conceptuales a partir de tres categorías ontológicas: materia, procesos y estados mentales.

El primer cambio conceptual se encuentra dentro de la misma rama ontológica y consiste en una adición/reorganización de los conceptos ya existentes. Mientras que el segundo corresponde a un cruce de categorías ontológicas, lo que conlleva a que el cambio conceptual sea realizado de manera radical.

Según la autora, es necesario enseñar las nuevas concepciones al sujeto sin tomar en cuenta sus ideas previas, esto debido a que de esta manera el nuevo concepto no adquirirá o heredará las propiedades del concepto anterior. Cabe destacar que para Chi las ideas previas son erróneas mientras que el contenido a aprender es el correcto.

c) Modelo de Vosniadou

Vosniadou indica que el cambio conceptual se produce como resultado de dos procesos, uno social y otro cognitivo, en el cual se produce una reestructuración de una teoría inicial. Dentro de la adquisición de conocimiento se producen dos tipos de cambios, aquellos que producen un enriquecimiento de las estructuras previas y aquellos que requieren la creación de nuevas estructuras mentales. Además, menciona que “el cambio conceptual sería producto del desprendimiento

lento y gradual de presupuestos y creencias (Raynaudo y Peralta, 2017). Por último, destaca que el cambio conceptual puede producirse aun cuando el sujeto no tiene intenciones explícitas de aprender y considera que dicho proceso puede verse afectado, tanto de manera positiva como negativa, a través de la instrucción y la interacción social.

d) Modelo de Carey

Según Carey, existen tres etapas principales en las cuales se produce el cambio conceptual. La primera consiste en que las ideas previas forman los cimientos o bases de los esquemas mentales, dentro de dichas estructuras los conceptos cotidianos ayudan a realizar inferencias y explicar ideas complejas. En segundo lugar, se requiere establecer diferencias entre los conceptos que se quieren instruir y aquellos que el sujeto posee de manera innata. Por último, existe un mecanismo que permite la formación de nuevas concepciones a partir de las ideas previas. Dicho mecanismo consiste en que debe existir una inconmensurabilidad entre las ideas previas y los nuevos conceptos que serán instruidos, los que gatilla un cambio conceptual que es gradual.

**1.c) Aprendizaje significativo.**

De acuerdo a Moreira et al (1997), el aprendizaje significativo es introducido por Ausubel, y afirma que esta visión del aprendizaje es uno de los mecanismos humanos más favorables para aprender, puesto que al nuevo conocimiento o saber, a partir del significado lógico que se le da en el proceso de enseñanza, logrará adquirir un significado psicológico para el estudiante. También se afirma que posee dos características primordiales, las cuales serán las formas en que interactúan los nuevos saberes a enseñar por parte del docente con la estructura cognitiva previa que posea el alumno. La primera de estas dos características será el aprender de manera no arbitraria, por lo cual se entiende que la nueva información no se anclará a cualquier conocimiento o idea previa que posea el estudiante, sino que se buscará una estructura cognitiva o conocimiento previo en específico que resulte relevante en la enseñanza del sujeto con tal de darle un significado a dicha información nueva. Por otro lado, la segunda característica será aprender de forma sustantiva, por lo cual se debe entender que

no se busca que los alumnos aprendan de forma literal lo que le enseña el docente, sino que aprendan e interioricen la esencia del contenido, la idea misma que puede ser expresada por diversos grupos de proposiciones.

Queda entonces en evidencia que, para el aprendizaje significativo, lo más importante a considerar es la estructura cognitiva previa que posee el estudiante, es decir, sus conocimientos previos, por lo cual es necesario no sólo considerarlos, sino que conocerlos, para así poder detectar correctamente los subsunsores de los cuales se puede hacer uso. Obviamente se asume la existencia de los subsunsores, los cuales serán las ideas anclas o ideas previas potencialmente relevantes con el nuevo contenido, ideas que serán las responsables de brindar un significado a la nueva información.

Para Palmero (2004), el aprendizaje significativo corresponde a una visión psicológica del aprendizaje, puesto que se fija en los procesos mentales que lleva a cabo el estudiante en el aula para poder aprender, por lo que su objeto de atención es el cómo interactúa la estructura cognitiva del educando con la nueva información, reconociendo dos factores primordiales para que se de dicho aprendizaje, los cuales son:

- 1- Una motivación del estudiante a aprender, es decir, que tenga predisposición a generar un aprendizaje.
- 2- Uso de materiales de aprendizaje que tengan el potencial de relacionarse adecuadamente con la estructura cognitiva del estudiante. Además, dicho material debe usar ideas o conceptos que permitan crear la conexión entre la estructura cognitiva y los nuevos conceptos.

Por otro lado, según Díaz y Hernández (2002), para generar dicho conocimiento hay que llevar a cabo una planificación adecuada de la clase que considere al menos uno de los siguientes puntos, acorde a las necesidades del estudiantado:

- 1- Activación de conocimientos previos: Etapa en que el docente conoce y/o utiliza lo que saben los escolares con el fin de facilitar la adquisición de nuevos conocimientos.

- 2- Generar expectativas apropiadas: Se dan a entender los objetivos de la sesión con la intención de dar sentido y valor a los nuevos conocimientos.
- 3- Orientar la atención: El docente implementa estrategias que focalizan y centran la atención en la sesión de estudios.
- 4- Organizar la información: Se da un contexto organizativo de los nuevos conocimientos con el fin de dar una significatividad lógica, lo que propicia el aprendizaje significativo.
- 5- Integrar los conocimientos previos con los nuevos: Se busca reforzar y potenciar las relaciones formadas entre lo que se sabía previo a la clase con los aprendizajes nuevos.

Según Ausubel et al (1983), el aprendizaje significativo es evolución y modificación tanto de la estructura cognoscitiva involucrada como de la nueva información a aprender. De esta forma, se distinguen tres tipos de aprendizaje significativo:

1. Aprendizaje por representaciones: Será el aprendizaje elemental, puesto que de este dependen los siguientes dos tipos de aprendizaje. Será el proceso mediante el cual un símbolo (Objetos, conceptos o eventos) adquiere un significado. Principalmente se dará en los niños, donde un ejemplo sería el aprendizaje de la palabra pelota, que es cuando el significado de esta pasa a representar a la pelota percibida por el infante, por lo tanto, la palabra pelota y el objeto pelota pasan a ser equivalentes.
2. Aprendizaje de conceptos: Inicialmente hay que definir a los conceptos como “eventos, objetos, situaciones o propiedades que poseen características en común que se indican a través de un símbolo o signo”. Los conceptos se adquieren mediante dos métodos distintos:
  - a. Formación: Aquí las características del concepto se adquieren mediante vivencias, todo esto en etapas de formulación. Un ejemplo sería el cómo un niño adquiere el

concepto de pelota mediante sucesivos encuentros con pelotas diferentes a la suya.

- b. Asimilación: Se produce gracias al incremento del vocabulario del sujeto, puesto que este se vuelve capaz de identificar las características del concepto mediante diferentes combinaciones de su estructura cognoscitiva. A forma de ejemplo, ahora el niño podrá identificar pelotas, aunque sean distintas en tamaño o color.
3. Aprendizaje de proposiciones: Consiste en un aprendizaje más complejo que el de conceptos mediante asimilación, puesto que el sujeto ahora tendrá que aprender mediante oraciones donde el punto de interés es el significado que adquiere dicha oración mediante la implementación de las diferentes palabras utilizadas. Es decir, ahora no importa el significado individual de cada palabra, sino la idea que implica la unión de estas palabras, idea que deberá ser asimilada por su estructura cognoscitiva. Acá la preposición interactúa con las ideas previas que tiene el sujeto, generando una interacción que le da un significado a nueva preposición.

Ausubel et al (1983) establece distintos métodos por los cuales interactúa la nueva información con la previamente existente, llamando a este proceso el “principio de asimilación”.

Para Salazar (2004), el principio de asimilación hace referencia a la forma en que se da la interacción entre la información nueva y la estructura cognoscitiva involucrada en el aprendizaje, proceso donde tanto la nueva como antigua información son reorganizadas para poder brindarle significado al aprendizaje, llevando entonces al evento de la asimilación y creando una estructura cognoscitiva diferenciada.

Por lo tanto, la asimilación es el proceso de vinculación en el que el nuevo material cobra sentido en el individuo mediante el uso de su estructura cognoscitiva previa, vinculación que termina modificando tanto la nueva información como la estructura ya existente, es decir, modifica el significado de lo que se debe aprender y de las ideas previas.

El proceso de asimilación no es un proceso que concluya después de producirse el aprendizaje significativo, puesto que comienza entonces la asimilación obliterada, la cual consiste en la pérdida de significado de la nueva información hasta el punto en que no se puede

reproducir por sí sola, sino que queda anclada e inseparable del subsunsores que está involucrado, es decir, si bien se olvida parte de la nueva información, el subsunsores involucrado gana significado puesto que resulta más sencillo retener las ideas anclas que proposiciones compleja, por lo que la asimilación obliterada termina desechando cierto volumen de la información nueva, más no implica que se vuelva al estado original previo al aprendizaje.

Por lo tanto, según la forma en que se de la interacción entre la información nueva y la estructura preexistente, se detallan tres formas en las que se aprende significativamente:

- 1- Aprendizaje subordinado: Será el proceso en el que existe una relación de subordinación entre los aprendizajes nuevos y los conocimientos previos del sujeto, es decir que la nueva información adquiere significado mediante ideas más generales que se encuentran en la estructura preexistente del individuo, todo esto puesto que las estructuras cognoscitivas tienden a ordenar jerárquicamente la información según nivel de abstracción y generalidad. Existen dos formas de aprender subordinadamente:
  - A. Derivativo: Cuando el aprendizaje es un producto directo de las ideas previamente establecidas en el estudiante, por lo que surge sin mayores esfuerzos puesto que está implícitamente interiorizado en el concepto previo, es decir, el contenido nuevo se aprende mediante ejemplos de un conocimiento ya aprendido.
  - B. Correlativo: Es el método en donde a pesar de existir una relación de subordinación entre el contenido nuevo y los subsunsores del estudiante, ésta no es implícita, sino que consiste en extender, modificar, ampliar o limitar una proposición ya aprendida.
- 2- Aprendizaje supraordinado: Se da cuando se genera una relación inductiva entre el conocimiento previo y la nueva información. De esta forma, los subsunsores existentes se subordinan a la nueva proposición a aprender, brindándole significado y facilitando el proceso de aprendizaje, permitiendo generar una síntesis de los subsunsores para darle significado a la nueva proposición.

- 3- Aprendizaje combinatorio: Se da cuando no se aprende ni supraordinadamente o subordinadamente. En estos casos, a pesar de no existir una relación jerárquica entre la nueva información y los subsunsores, se considera que cuando se aprende de esta forma se da porque la nueva información es potencialmente significativa con la totalidad de la estructura cognoscitiva del individuo. En estos casos, si bien las nuevas proposiciones no tienen un vínculo directo con la estructura cognoscitiva preexistente, son relacionables mediante características que pueda haber en común con las ideas previas, por lo cual, este tipo de aprendizaje resulta más complejo, mas no es menos efectivo que los métodos anteriormente mencionados.

Finalmente, así como interactúan los conocimientos nuevos con los previos durante la asimilación, lo cual provoca una evolución y modificación de ambos conocimientos, también se puede determinar el cómo se produce dicha modificación. Así como dice Cobos et al (2018), en la asimilación, las estructuras cognitivas previas son modificadas en conjunto con la nueva información, adquiriendo un nuevo significado para el sujeto. Como observa Moreira (2012), según la forma en que se modifiquen las ideas previas, se pueden encontrar 2 métodos:

- 1- Diferenciación progresiva: Proceso en el cual las ideas anclas o subsunsores son constantemente reelaborados, consiguiendo un nuevo significado para el sujeto, por lo que son progresivamente diferenciados. Se presenta en el aprendizaje subordinado.
- 2- Reconciliación integradora: Proceso mediante el cual las ideas previas o subsunsores se reconocen y relacionan durante el aprendizaje con el fin de reorganizarlas y alcanzar un nuevo significado para el individuo. Se presenta en los aprendizajes supraordinados y combinatorios.

## **2) Métodos de enseñanza-aprendizaje**

Para lograr el correcto aprendizaje mediante un cambio conceptual se utilizará el método de enseñanza que es el aprendizaje basado en problemas. Dicho método se centra en plantear situaciones de la vida cotidiana, las cuales pueden ser resueltas por los estudiantes mediante trabajo autónomo, siendo guiados por el docente.

Debido a que el aprendizaje basado en problemas se centra en un paradigma constructivista, resulta una manera de trabajo eficiente al querer trabajar las ideas previas y preconcepciones de los estudiantes. Como bien menciona Carretero (1996), esto porque es un método de enseñanza en el cual al educando no le basta que la información o tópicos sea presentada para que el estudiante aprenda, sino que es mediante un proceso de experiencia que se logra la adquisición o construcción del conocimiento. Además, el autor indica que desde que el estudiante recibe una información hasta que la asimila completamente, pasa por distintas fases en las cuales sus esquemas mentales son transformados para poder comprender completamente dicha información. Junto con esto, se menciona que el hecho mismo que el estudiante entre en conflicto con sus propias ideas y conocimientos previos, es una manera eficaz de aprendizaje debido a que llevan a un conflicto cognoscitivo en el sujeto.

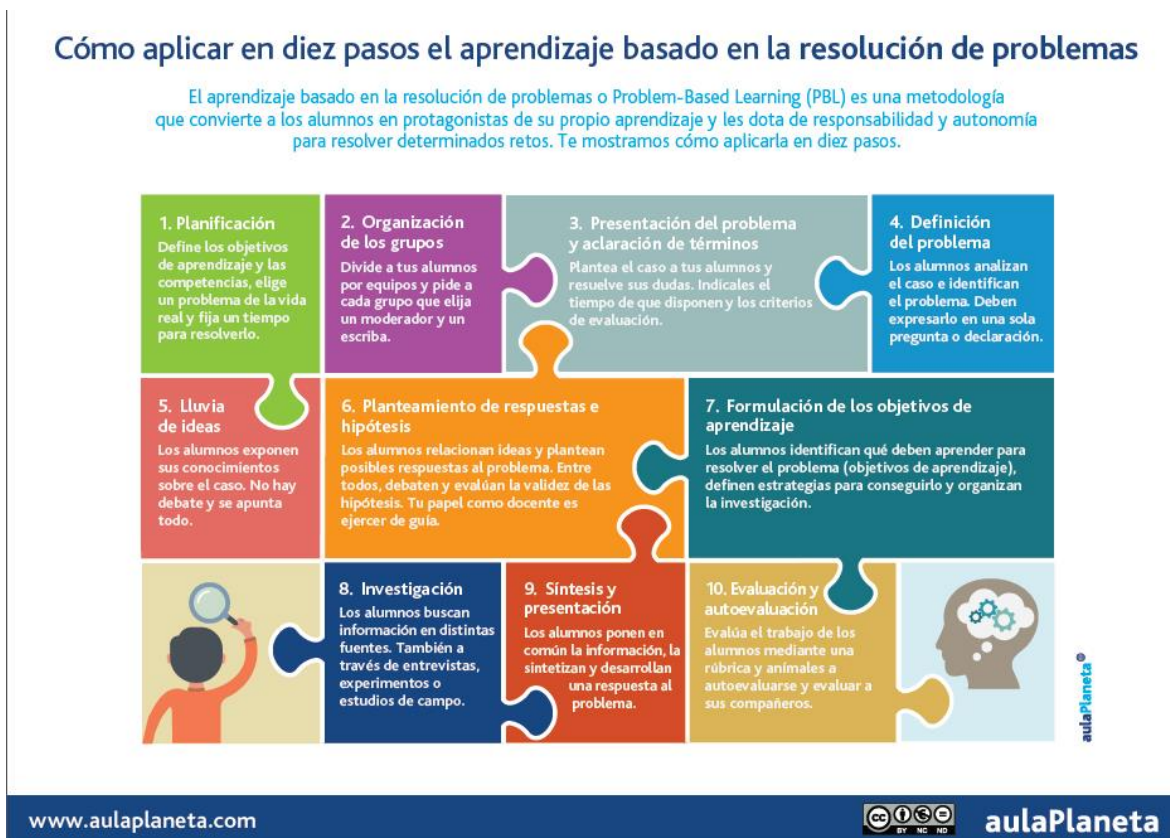
Norman y Schmidt (1992) indican que una de las metas del ABP es fortalecer el razonamiento y las habilidades para solucionar problemas. Esto conlleva a una adquisición del nuevo conocimiento, su uso posterior y más importante aún, la retención de dicha información.

El ABP se centra en tres aspectos generales:

- Gestión del conocimiento: es decir, que el estudiante sea consciente del proceso de enseñanza y que logre adquirir las herramientas necesarias que le permitan aprender por sí mismo. Dentro de dicho proceso se espera que el educando logre una internalización del nuevo conocimiento para que pueda valorar y profundizar en dicha área si así lo desea.
- Práctica Reflexiva: Se espera que mediante el diálogo entre el docente y el estudiante se logre desarrollar habilidades que son transversales en las ciencias, como lo son la comunicación y expresión oral. De la misma manera en dicho proceso se desarrollan habilidades como el pensamiento crítico y la argumentación lógica para la resolución de los problemas planteados en el aula
- Adaptación a los cambios: al utilizar el ABP se espera que los estudiantes logren interiorizar el conocimiento para resolver problemas de las situaciones de la vida real, y más aún, resolver nuevas situaciones en las que puedan establecer un nexo con los conocimientos adquiridos.

Figura 4

## Pasos para la aplicación del aprendizaje basado en problemas (ABP)



*Nota.* Tomado de Como aplicar el aprendizaje basado en problemas [Infografía], Aulaplaneta, <https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos>

### 3) Ganancia individual y eficiencia didáctica

Tanto la ganancia individual como la eficiencia didáctica son conceptos que permiten evaluar de manera cuantitativa los avances en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el primero utilizado para cada estudiante mientras que el segundo es utilizado para la totalidad del curso al cual se le realiza la intervención pedagógica.

Para la aplicación del primer término estadístico es necesario realizar un pre-test para conocer el nivel con el que el estudiante se enfrenta a la nueva unidad y luego un post-test para evaluar cuál fue la evolución de su conocimiento. En el caso del presente trabajo se utilizará el FCI tanto como pre-test y post-test.

La ganancia individual, también conocida como el factor  $g$  de Hake, representa la razón de aumento entre la prueba preliminar y la prueba final respecto del máximo posible. Para calcular dicho factor  $g$  se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\%post - \%pre}{100\% - \%pre}$$

Utilizar dicho factor permite evaluar el progreso de cada estudiante de manera individual. La información entregada por dicho factor se puede agrupar en 3 rangos:

1.  $g$  alto – Cuando el resultado de  $g$  es  $g > 0,7$
2.  $g$  medio – Cuando el resultado de  $g$  se encuentra entre el rango  $0,3 < g < 0,7$
3.  $g$  bajo – Cuando el resultado de  $g$  es  $g < 0,3$

De esta manera al analizar la población de estudiantes se podrán agrupar en los 3 rangos de acuerdo con su nivel de aprendizaje en la unidad que se desee evaluar.

Por otro lado, la eficiencia didáctica ( $\Delta_{rel}B$ ) es un instrumento que permite conocer el aumento relativo de respuestas correctas luego de las dos aplicaciones del FCI, pre y post test. Para calcular dicho valor se debe seguir el siguiente proceso:

$$\Delta_{rel}B = \frac{B_{post-test} - B_{pre-test}}{100 - B_{post-test}} \%$$

En la cual  $B$  corresponde a la media del porcentaje de respuestas correctas de todos los estudiantes del grupo curso.

Dichas fórmulas han sido utilizadas para medir el progreso de los estudiantes de distintos niveles educacionales como indica Artamónova et al. (2017) en su investigación sobre la aplicación del FCI a estudiantes de distintos países, tanto latinoamericanos (Chile, Brasil, Argentina, Colombia, entre otros) como europeos en el caso de España e inclusive Estados Unidos.

#### 4) Conceptos básicos de mecánica newtoniana.

##### 4.a) Vectores (en dos dimensiones).

Son representaciones matemáticas en forma de flechas que poseen tres características principales: dirección, sentido y módulo. El módulo corresponde al tamaño del vector o flecha, es decir, la distancia entre el punto donde inicia y termina el vector. La dirección corresponde al ángulo que forma la flecha respecto al eje x, y está determinada por una recta.

Por último, el sentido corresponde a la punta de flecha que se dibuja sobre la recta de la dirección. Dichos conceptos se pueden apreciar en la siguiente ilustración:

Figura 5

Vectores en dos dimensiones



*Nota.* Tomado de Representación de Vectores, Fisicalab,

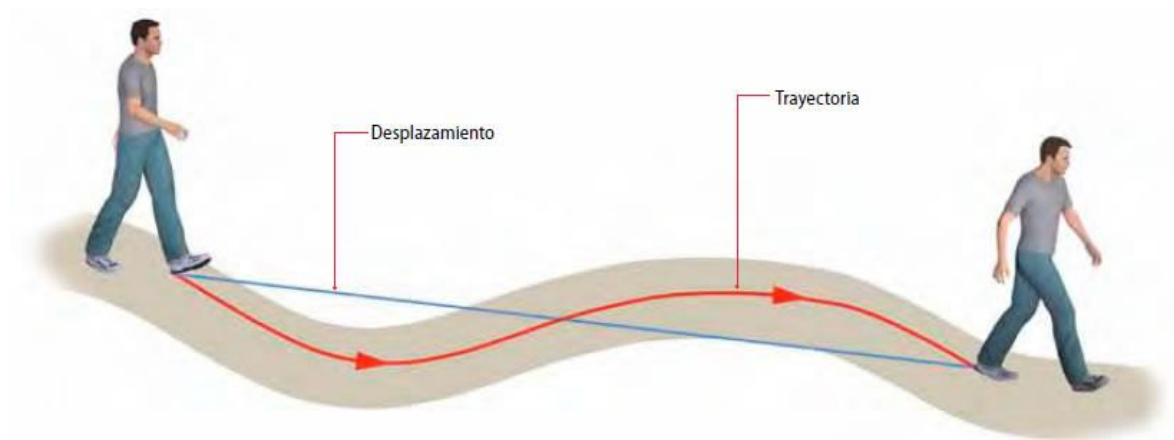
<https://www.fisicalab.com/apartado/representacion-de-vectores>

##### 4.b) Desplazamiento y Trayectoria.

Dentro del lenguaje cotidiano se suelen confundir los términos de desplazamiento y trayectoria. El desplazamiento es una magnitud vectorial, que tiene su origen en la posición inicial y su extremo en la posición final. El módulo de dicho vector corresponde a la distancia en línea recta entre ambas posiciones. Por otro lado, la trayectoria es una magnitud escalar que corresponde a la distancia total recorrida por una partícula para lograr el cambio de posición entre el punto inicial y final.

Figura 5

Comparación entre desplazamiento y trayectoria



Nota. Tomado de Texto del Estudiante Física 2° Medio, Ministerio de Educación, 2013.

Como se puede apreciar en la figura 5, la trayectoria se encuentra dibujada en rojo mientras que el desplazamiento en azul. Solamente cuando la trayectoria sea en línea recta será igual a desplazamiento.

#### 4.c) Velocidad y Rapidez.

Los términos de velocidad y rapidez también son utilizados de manera errónea en el lenguaje cotidiano. La velocidad corresponde a una magnitud vectorial que indica la razón de cambio de la posición inicial y final respecto del tiempo, es decir que se debe utilizar el desplazamiento realizado por la partícula y el tiempo que emplea en realizar dicho movimiento. Matemáticamente se puede expresar como:

$$\vec{v} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo}}$$

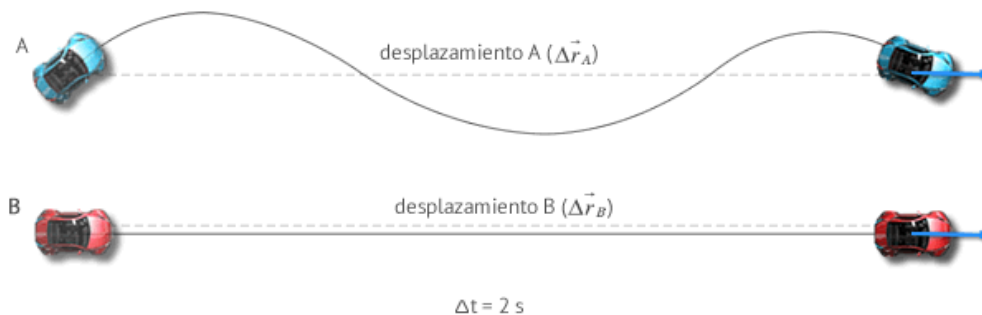
En cambio, la rapidez corresponde a una magnitud escalar que relaciona la trayectoria de una partícula con el tiempo empleado en realizar dicho movimiento. Se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Rapidez} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

De esta manera, dos partículas que parten de la misma posición y demoran el mismo tiempo en realizar el movimiento tendrán la misma velocidad, pero no necesariamente la misma rapidez como se presenta a continuación:

Figura 6

Comparación entre velocidad y rapidez.



#### Mismo tiempo, mismo desplazamiento y distinto espacio recorrido

Los coches A y B parten del mismo punto y tardan el mismo tiempo en llegar a la meta (2 sg). Dado que se han desplazado la misma cantidad el módulo de su velocidad ha sido la misma. Sin embargo, el coche A ha recorrido más espacio que B porque ha ido "serpenteando" mientras que B se ha movido en línea recta y por tanto la celeridad de A es mayor que la de B, aunque su velocidad haya sido la misma. RECUERDA, la celeridad se mide

*Nota.* sobre el espacio recorrido en la trayectoria y la velocidad sobre el espacio recorrido en el desplazamiento.

Tomado de Velocidad, Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/velocidad>

Cabe destacar que dichos conceptos, tanto velocidad como rapidez, corresponden a cantidades medias en un intervalo de tiempo finito. Cuando se trabaja con un intervalo de tiempo el cual tiende a cero se está trabajando entonces con la velocidad instantánea y rapidez instantánea. Para la determinar la velocidad media de una partícula o cuerpo se asume que  $t_1 = t$  y  $t_2 = t + \Delta t$ , además de asumir que el límite  $\Delta t$  se acerca 0, la expresión para calcular la velocidad instantánea queda expresada por:

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{x}(t + \Delta t) - \vec{x}(t)}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}(t)}{dt}$$

Por otro lado, para determinar la rapidez instantánea basta con tomar el término de la velocidad instantánea y encontrar su módulo o magnitud, es decir:

$$\text{rapidez instantánea} = |\vec{v}(t)|$$

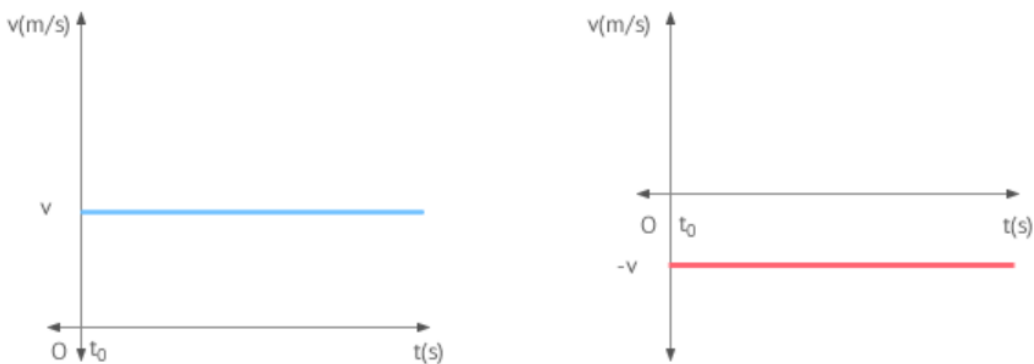
#### 4.d) Movimiento rectilíneo uniforme (MRU).

Dentro de los contenidos evaluados en el currículum nacional se encuentra el movimiento rectilíneo uniforme, el cual es un movimiento en el cual la velocidad de la partícula es constante y su trayectoria es en línea recta, de modo que el módulo del desplazamiento y la trayectoria es el mismo. Para este tipo de movimiento, y para el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado que se expondrá más adelante, se pueden realizar distintos tipos de gráficas las cuales permiten una mayor facilidad al momento de enfrentar problemas físicos.

Se tienen las gráficas de velocidad versus tiempo, de las cuales se puede calcular la distancia recorrida por las partículas si se calcula el área bajo la curva del gráfico:

Figura 7

Gráficas de velocidad versus tiempo en MRU



Nota. Tomado de Movimiento rectilíneo uniformemente (M.R.U.), Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/mru>

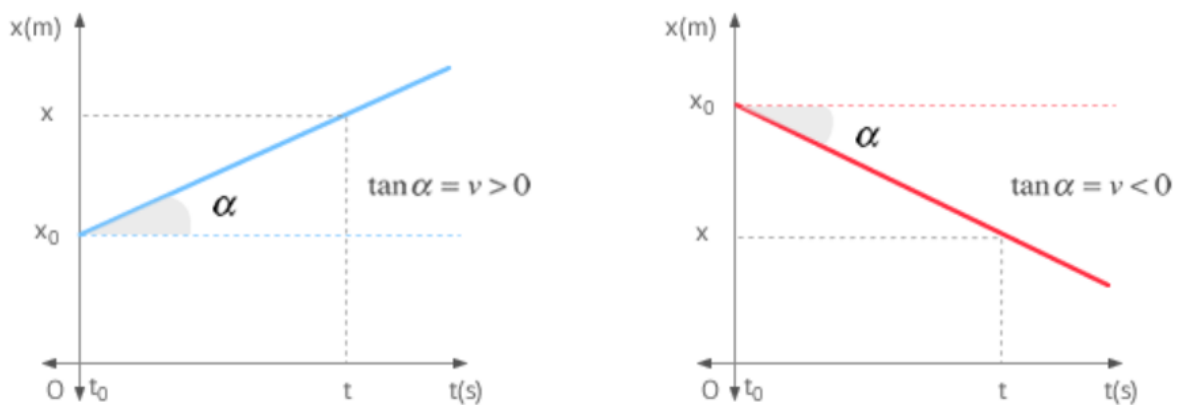
Se puede expresar la posición de una partícula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\vec{X}(t) = \vec{X}_0 + \vec{v} * t$$

En la cual  $X(t)$  corresponde a la posición en el instante  $t$ ,  $X_0$  a la posición inicial de la partícula,  $v$  a la velocidad y  $t$  al tiempo empleado por la partícula en realizar dicho cambio de posición. Como se puede apreciar de la figura 7, el término  $v * t$  corresponde al área bajo la curva de la gráfica de velocidad versus tiempo. A dicha ecuación se le agrega el término  $X_0$ , debido a que la partícula parte desde una posición inicial y esta variará en el tiempo como se puede apreciar en la figura 4.

Figura 8

Gráficas de posición versus tiempo en MRU



Nota. Tomado de Movimiento rectilíneo uniformemente (M.R.U.), Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/mru>

En las gráficas anteriores se puede apreciar que entre el intervalo de tiempo  $t_0$  y  $t$  hubo una variación en la posición de la partícula. Para el caso de la gráfica con la recta azul, la partícula varió su posición de  $X_0$  a  $X$ , alejándose de la posición inicial  $X_0$  debido a que su velocidad es positiva y el valor de la dicha posición aumentará, mientras que en la otra gráfica se aleja de su posición  $X_0$  debido a que su velocidad es negativa por lo que su posición disminuirá.

#### 4.e) Aceleración.

Como se mencionó anteriormente, la aceleración también corresponde a una magnitud vectorial. Corresponde al cambio de velocidad respecto al tiempo, lo cual explica, por ejemplo, que un auto pueda pasar del reposo a moverse a cierta velocidad o viceversa.

Para calcular la aceleración es necesario conocer el intervalo de tiempo en el cual la partícula aumenta o disminuye su velocidad, además de conocer su velocidad inicial ( $\vec{v}_0$ ) y su velocidad final ( $\vec{v}_f$ )

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_0}{t}$$

Además de la aceleración que se acaba de describir existen otros tipos de aceleración como la centrípeta, la cual es responsable del cambio en dirección de las partículas cuando realizan un movimiento circular. Debido a que los contenidos abordados en la presente tesis son para el nivel de II Medio no se entrará en más detalles al respecto.

La unidad de medida de la aceleración en el sistema internacional es el  $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

Al igual que en el apartado de velocidad y rapidez, el término de aceleración que se acaba de presentar corresponde a la aceleración media. Para intervalos de tiempo muy pequeños, es decir que tienden a cero, se utiliza el concepto de aceleración instantánea. Para poder calcular dicha aceleración se debe seguir el siguiente procedimiento:

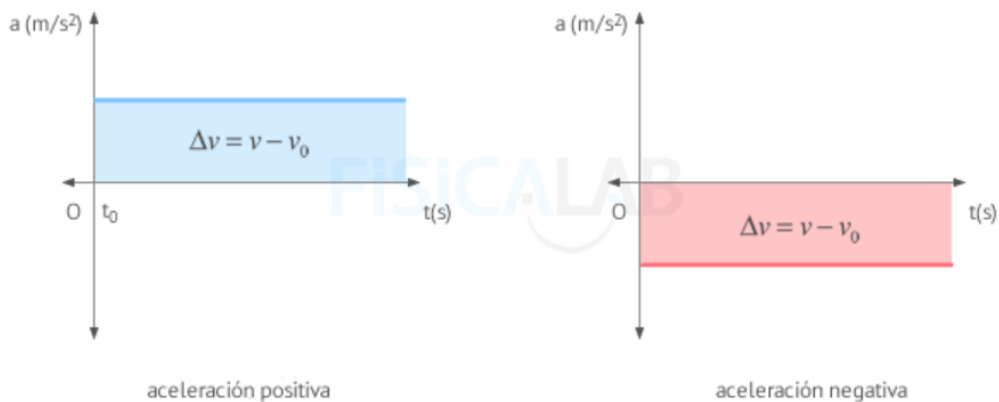
$$\vec{a}_{instantánea} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

#### 4.f) Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA).

Dentro de los contenidos que se encuentran en las bases curriculares se encuentra el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (desde ahora en adelante MRUA) el cual es muy similar al MRU, pero con la particularidad que las partículas representadas en MRUA varían su velocidad respecto al tiempo.

Figura 9

Gráficas de aceleración versus tiempo en MRUA

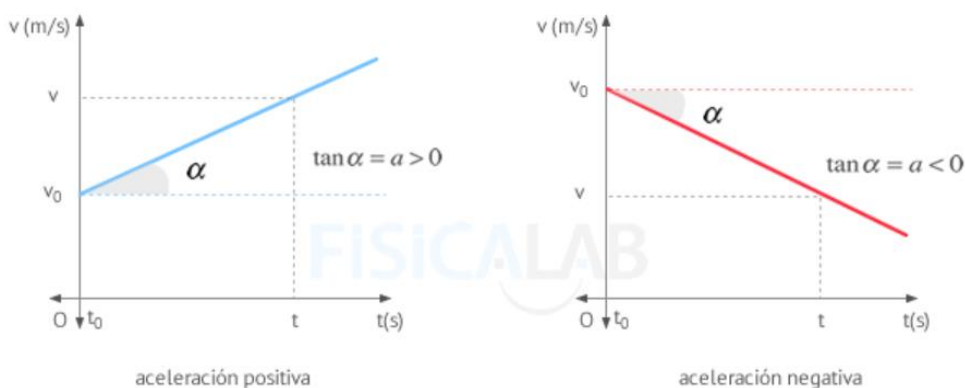


*Nota.* Tomado de Gráficas movimiento rectilíneo uniforme acelerado (M.R.U.A.), Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua-graficas>

Como se puede ver representado en la figura 9, el MRUA se caracteriza por tener una aceleración constante y que no varía en el tiempo. El área bajo la curva de dichas gráficas corresponde al incremento o variación de la velocidad experimentada por una partícula o cuerpo.

Figura 10

Gráficas de velocidad en función del tiempo en MRUA



*Nota.*  
Tomado de  
Movimiento  
rectilíneo

uniformemente acelerado (M.R.U.A.), Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua>

Como se puede apreciar de la figura 10, en un tiempo  $t_0$  la partícula posee una velocidad de  $v_0$ , pero a medida que el tiempo transcurre su velocidad varía. En la gráfica cuya recta es azul el cuerpo acelera, dado que la aceleración posee un valor mayor a 0, por el contrario, en la gráfica de la derecha la partícula desacelera debido a que su aceleración es menor a 0.

Para la obtención de las fórmulas de posición y de la velocidad final, en función de la distancia recorrida, del MRUA se puede utilizar la definición de la aceleración revisada anteriormente y de la velocidad final en función del tiempo y la aceleración.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_0}{t} \quad (1)$$

$$\vec{v}_f = \vec{v}_0 \pm \vec{a}t \quad (2)$$

De acuerdo con lo revisado en MRU, la distancia que recorre la partícula corresponde al área bajo la curva de la gráfica de velocidad vs tiempo, en MRUA ocurre la misma situación con la salvedad que no se calculará el área de un paralelepípedo, sino que de un triángulo y un cuadrilátero.

Como se puede apreciar en la gráfica, los lados del cuadrilátero son  $v_0$  y  $t$ , mientras que los lados del triángulo son  $v_f - v_0$  y  $t$ . Al calcular dichas áreas se obtiene que la distancia recorrida es:

$$d = \vec{v}_0 * t + \frac{1}{2} * (\vec{v}_f - \vec{v}_0) * t \quad (3)$$

De la definición de velocidad final se puede deducir que:

$$\vec{v}_f = \vec{v}_0 \pm \vec{a}t \quad (4)$$

$$\vec{v}_f - \vec{v}_0 = \pm \vec{a}t \quad (5)$$

Reemplazando dicha ecuación en (3) resulta la siguiente expresión:

$$d = \vec{v}_0 * t + \frac{1}{2} * \pm \vec{a}t * t \quad (6)$$

$$d = \vec{v}_0 * t \pm \frac{1}{2} * \vec{a}t^2 \quad (7)$$

Teniendo en cuenta la posición inicial  $X_0$  de la cual parte la partícula se puede obtener la fórmula para conocer su posición final  $X_f(t)$  respecto del tiempo:

$$\vec{X}_f(t) = \vec{X}_0 + \vec{v}_0 * t \pm \frac{\vec{a}t^2}{2} \quad (8)$$

Por otro lado, si se despeja el tiempo de la ecuación de la aceleración se obtiene la siguiente expresión:

$$t = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_0}{\vec{a}} \quad (9)$$

Nuevamente se puede tomar la expresión obtenida y sustituirla en la ecuación (7), obteniendo:

$$d = \vec{v}_0 * \left( \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right) \pm \frac{1}{2} * \vec{a} * \left( \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right)^2 \quad (10)$$

Resolviendo el cuadrado de binomio y las operaciones respectivas se tiene que:

$$d = \frac{\vec{v}_f \vec{v}_0 - \vec{v}_0^2}{\vec{a}} \pm \frac{1}{2} * \vec{a} * \left( \frac{\vec{v}_f^2 - 2\vec{v}_f \vec{v}_0 + \vec{v}_0^2}{\vec{a}^2} \right) \quad (11)$$

$$d = \frac{\vec{v}_f \vec{v}_0 - \vec{v}_0^2}{\vec{a}} \pm \frac{\vec{v}_f^2 - 2\vec{v}_f \vec{v}_0 + \vec{v}_0^2}{2\vec{a}} \quad (12)$$

Amplificando por  $2a$  toda la ecuación se obtiene:

$$2\vec{a}d = 2\vec{v}_f \vec{v}_0 - 2\vec{v}_0^2 \pm \vec{v}_f^2 - 2\vec{v}_f \vec{v}_0 + \vec{v}_0^2 \quad (13)$$

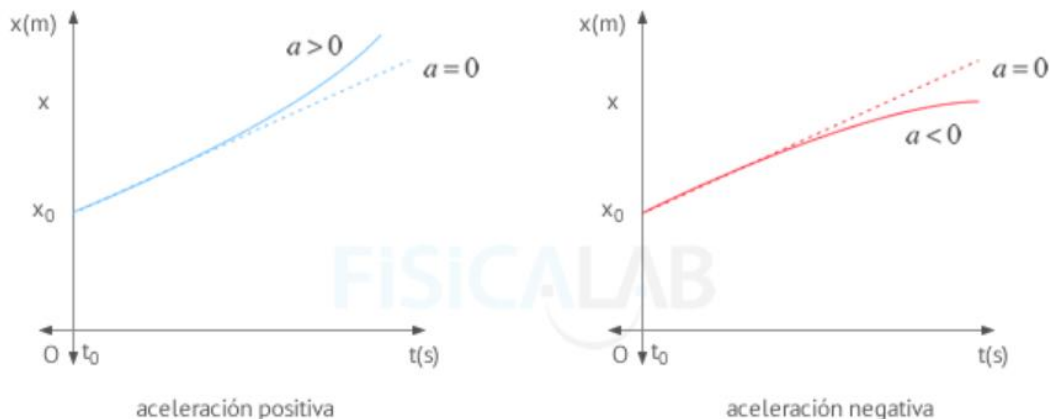
Despejando para  $v_f^2$ :

$$\vec{v}_f^2 = \vec{v}_0^2 \pm 2\vec{a}d \quad (14)$$

Además, se puede observar que las gráficas de posición versus tiempos difieren una respecto de la otra, puesto que en el MRUA la gráfica es una parábola, mientras que en MRU es una recta, esto debido a que la ecuación de posición en MRUA es de segundo grado, mientras que en MRU es de primer grado.

Figura 11

Gráficas de posición versus tiempo en el MUA.



Nota. Tomado de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.), Fisicalab, <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua>

#### 4.g) Fuerza.

Además de conocer los dos tipos de movimientos mencionados anteriormente, en el currículum nacional se incluye el eje de fuerza, en el cual se espera que los estudiantes logren identificar cuáles son los tipos de fuerza además de los distintos efectos que tienen al ser aplicadas a un cuerpo que se encuentra en reposo o en movimiento.

La fuerza es una magnitud vectorial que indica el nivel de interacción que existe entre dos o más cuerpos. Esta cantidad puede provocar cambio en el estado de movimiento de una partícula, por ejemplo, pasar del reposo al movimiento y viceversa, puede provocar deformaciones en un cuerpo y genera aceleración (tópico que se introdujo anteriormente) en todo cuerpo masivo.

La unidad de medida de la fuerza en el sistema internacional es el Newton  $[N]$ , que se puede expresar como  $\left[\frac{Kg*m}{s^2}\right]$

#### 4.h) Fuerza Neta.

La fuerza neta es un concepto físico que se refiere a la fuerza total o resultante que está siendo ejercida sobre un cuerpo cuando dos o más fuerzas actúan sobre éste. Existen tres casos para poder determinar la fuerza neta, cuando las fuerzas tienen la misma dirección (es decir, son paralelas o antiparalelas), cuando son perpendiculares y cuando el ángulo que existe entre ellas es distinto de  $0^\circ$  y  $90^\circ$

#### 4.i) Leyes de Newton.

Las leyes de Newton son tres leyes que son consideradas esenciales para el entendimiento de la mecánica clásica, dado que con ellas se puede dar explicación a los movimientos que puede sufrir una partícula o cuerpo. Estas leyes son:

- 1) Ley de la inercia: esta ley indica que, si la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es igual a cero, el cuerpo mantendrá su estado de inercia, es decir, se mantendrá en reposo o en movimiento con velocidad constante, y por ende la aceleración del cuerpo será igual a cero.

$$\vec{F}_{neta} = 0 \text{ entonces } \vec{a} = 0$$

- 2) Segunda Ley de Newton: esta ley explica que, si la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo o partícula es distinta de cero, el cuerpo adquiere una aceleración que es inversamente proporcional a su masa. Matemáticamente se puede expresar de la siguiente manera.

$$\text{si } \vec{F}_{neta} \neq 0, \text{ entonces } \vec{F}_{neta} = m * \vec{a}$$

- 3) Principio de acción-reacción: por último, la ley de acción y reacción establece que, si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, entonces el cuerpo B ejerce una fuerza de igual magnitud, dirección, pero en sentido contrario sobre el cuerpo A. Cabe destacar que dichas fuerzas son ejercidas sobre cuerpos distintos y son simultáneas.

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

## **Capítulo 5: Marco metodológico y planificación pedagógica**

Los conceptos mencionados anteriormente corresponden a todo aquello que sustenta la secuencia didáctica que se pretende fortalecer, es decir, enriquecer los conceptos del eje de mecánica en la enseñanza media, particularmente en el nivel de segundo medio. A continuación, se detalla el marco metodológico y la secuencia didáctica a utilizar para lograr dicho objetivo.

### **1) Marco Metodológico**

Dentro del marco metodológico del presente trabajo se abordará la población a la que está dirigida la secuencia didáctica junto con los tiempos de aplicación y actividades que se desarrollarán a lo largo de toda la unidad de Fuerza.

#### **1.a) Propósitos de la secuencia didáctica.**

Propiciar la adquisición de un aprendizaje significativo que tenga como finalidad el tratamiento y adecuación de las ideas alternativas que posean los alumnos sobre la unidad de fuerzas mediante la aplicación de una metodología ABP.

#### **1.b) Contenido de la secuencia didáctica.**

Los contenidos que serán abordados en la secuencia didáctica se encuentran en el marco teórico, pero se le dará un mayor énfasis a la unidad de fuerzas. Si bien dentro de dicho marco se encuentran contenidos relativos a cinemática, estos se incluyen para darle un nexo entre ambas unidades y que de esta manera el estudiante logre asimilarlos y generar un nexo entre ellos. Además de los tópicos de cinemática y fuerza, se estudiarán brevemente los conceptos de vectores para la resolución de distintos problemas a lo largo de la unidad.

### 1.c) Destinatarios y modalidad de enseñanza de la secuencia didáctica.

Los destinatarios de la secuencia didáctica serán estudiantes de segundo año medio, debido a que en dicho ciclo de enseñanza se encuentra la unidad de fuerza.

La modalidad de enseñanza será de manera presencial mediante el trabajo en grupo, ya que de esta manera se potencian las habilidades sociales, de argumentación y pensamiento crítico mediante la discusión entre los estudiantes y el docente.

### 1.d) Tiempo de implementación sugerido para la secuencia didáctica.

En la siguiente tabla se encuentran todas las actividades que se realizarán a cabo durante la secuencia didáctica. Cabe destacar que cada clase está pensada para un tiempo de 90 minutos, es decir, dos bloques de clases de física continuos.

Tabla 1: secuencia de actividades propuestas (elaboración propia).

Actividades	Número de Clase						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Presentación de la Unidad.</i>  - Aplicación del Pre-test (Conceptos de cinemática y Fuerza mediante FCI)	X						
<i>Introducción al concepto de Fuerza:</i>  - Definición, unidades de medida y Fuerza Neta.		X					
<i>Introducción a las leyes de Newton:</i>  -Primera y segunda ley de Newton			X				
<b>Evaluación Formativa</b>				X			
<i>Comprender la tercera ley de Newton</i>				X			

<i>Comprender la acción de la fuerza de roce y la fuerza peso:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuerza Peso</li> <li>- Roce cinético y estático.</li> </ul>					<b>X</b>		
<b>Evaluación Sumativa:</b> -Actividad experimental que involucra temas de cinemática y leyes de Newton						<b>X</b>	
<i>Aplicación del Post-test.</i>							<b>X</b>

### 1.e) Diseño Instruccional

Según Belloch (s.f.), el diseño instruccional es el modelo que guiará el proceso para elaborar y diseñar acciones formativas. En el caso de los docentes, el diseño instruccional será requerido para poder plantear las estrategias didácticas y el material correspondiente de una unidad didáctica, por lo tanto, estos modelos plantean las fases y criterios a considerar al momento de planificar.

En la literatura se encuentran diversas definiciones sobre el diseño instruccional, las cuales varían según la concepción de cada autor. Como ejemplo, para Reigeluth (1983) el diseño instruccional es una especialidad que busca determinar métodos óptimos de aprendizaje para generar cambios deseados tanto en las habilidades como en los conocimientos del alumno. Por otro lado, según Broderick (Broderick, 2001, como se cita en Belloch, s.f.), el diseño instruccional es una ciencia aplicada que tiene como fin facilitar un ambiente y materiales que apoyen al desarrollo de las capacidades de los estudiantes.

A pesar de la gran variedad de definiciones de diseño instruccional que existen, se ha optado por utilizar el modelo ADDIE, ya que, según Morales et al (2014), resulta ser un modelo de diseño instruccional genérico debido a que las fases que lo componen son subyacentes a cualquier modelo de diseño instruccional, lo cual le otorga flexibilidad al docente al momento de implementarlo. ADDIE se divide en 5 fases que se detallarán a continuación:

1. Análisis: Analizar el entorno, alumnado y contenido a utilizar para así obtener una descripción de la situación y las necesidades formativas.
2. Diseño: Se desarrolla el programa del curso teniendo en cuenta el enfoque pedagógico y en cómo organizar y secuenciar el contenido.
3. Desarrollo: La producción del material y contenido en base a lo visto en la fase de diseño.
4. Implementación: La ejecución de la práctica formativa con la participación de los alumnos.
5. Evaluación: Consiste en evaluar formativamente las fases del proceso ADDIE y además realizar una evaluación sumativa para analizar los resultados de la intervención formativa.

#### **1.f) Formulación de objetivos de la secuencia didáctica.**

Para lograr trabajar las distintas ideas previas que poseen los estudiantes es necesario declarar los objetivos que se pretenden lograr mediante la realización de la presente secuencia didáctica. Dichos objetivos son:

- Identificar las distintas ideas previas que poseen los estudiantes sobre el concepto de fuerza y cinemática.
- Desarrollar la unidad de Fuerza mediante el análisis de las ideas previas obtenidas creando una secuencia didáctica que logre acercar a los estudiantes al conocimiento científico esperado.

- Analizar y comprender diversos fenómenos de la vida cotidiana en que actúen las fuerzas, reconociendo su funcionamiento.
- Evaluar el progreso de la secuencia didáctica mediante una segunda aplicación del FCI.

### **1.g) Aprendizajes esperados.**

Dentro de los aprendizajes que se espera lograr mediante esta secuencia didáctica se encuentran:

- Comprender el concepto de fuerza y fuerza neta.
- Comprender y aplicar las leyes de Newton para solucionar problemas de la vida cotidiana que involucren fuerzas constantes.
- Analizar y comprender la fuerza peso y normal.
- Analizar y comprender el concepto de fuerza de roce, tanto cinético como estático.

### **1.h) Objetivos de aprendizaje de habilidades y de conocimiento y comprensión.**

El planteamiento de la secuencia didáctica de este trabajo se realizó adoptando los objetivos de aprendizaje que indica el MINEDUC en sus bases curriculares para el nivel de segundo medio, los cuales son los siguientes:

- OA 9:

Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio - temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.

- OA 10:

Explicar, por medio de investigaciones experimentales, los efectos que tiene una fuerza neta sobre un objeto, utilizando la leyes de newton y el diagrama de cuerpo libre.

## **Capítulo 6: Recursos para la implementación de la propuesta didáctica**

### **1) Resumen clase a clase**

Clase 1: Durante la primera clase se espera que los estudiantes realicen el diagnóstico el cual corresponde al FCI, de esta manera el docente podrá identificar las ideas previas que poseen los estudiantes y planificar la unidad acorde a los errores que se puedan encontrar.

Clase 2: Se revisarán los conceptos de Fuerza, ejemplos de las distintas fuerzas que existen y la unidad de medida en que se mide. Luego se procederá a revisar el concepto de fuerza neta aplicado con vectores.

Clase 3: Se revisarán las dos primeras leyes de Newton de Inercia y Dinámica mediante ejemplos de la vida cotidiana, para culminar la clase con ejercicios sobre la aplicación de la segunda ley de Newton.

Clase 4: Durante esta sesión se destinarán los primeros 45 minutos para revisar los contenidos de la tercera ley de Newton y luego se destinarán 20 minutos para que realicen un control formativo que buscará hacer un seguimiento de los contenidos vistos hasta la sesión anterior.

Clase 5: Durante esta sesión se analizarán las fuerzas peso y normal a una superficie, mediante situaciones de la vida cotidiana. Posteriormente se analizarán las fuerzas de roce estático y dinámico, junto con la relación que existe entre estas y la normal.

Clase 6: En esta sesión los estudiantes deberán realizar una actividad experimental que consta de solucionar un problema de aplicación sobre los contenidos observados a lo largo de la unidad. Dicho trabajo es grupal y debe realizarse a cabalidad durante la sesión.

Clase 7: Para culminar la unidad se solicitará a los estudiantes que realicen nuevamente el FCI, para de esta manera poder evaluar la eficiencia pedagógica al haber realizado la unidad de Fuerza.

## 2) Instrumentos de evaluación

A continuación, se presenta una tabla resumen de las evaluaciones que se realizarán a lo largo de la secuencia didáctica. Cada una de las evaluaciones listadas se encuentran en el Anexo 2.

Tipo de evaluación	Descripción	Clase en la que se aplicará	Carácter de la evaluación
Evaluación Diagnóstica FCI	Instrumento que consta de 30 preguntas de selección múltiple que permite identificar las preconcepciones de los estudiantes.	1 y 7	Formativo
Ticket de salida	Instrumento que consta de preguntas breves que permiten al docente comprender si los contenidos están siendo comprendidos.	2, 3, 4 y 5	Formativa
Control formativo	Instrumento que se implementará para realizar un seguimiento de las primeras clases realizadas.	5	Formativo
Actividad experimental	Instrumento que constará de una guía experimental que busca abarcar los contenidos de la unidad de fuerzas.	6	Sumativa

Tabla 2: Evaluaciones a realizar durante la secuencia didáctica (elaboración propia).

## Capítulo 7: Reflexiones y proyecciones del trabajo

De acuerdo con los puntos expuestos en este trabajo se cree que es necesario detectar las ideas alternativas que poseen los estudiantes no solamente en el área de física, sino que en todas las áreas en las que se pretenda enseñar contenidos. En este caso se utilizó el FCI, debido a que presenta una variada selección de preguntas que permiten evaluar y detectar los errores conceptuales en los que incurren los estudiantes. Dichas preguntas permiten lograr una visión general del nivel de conocimiento del curso y aún más, de los errores conceptuales a los cuales nosotros como docentes nos enfrentamos.

Durante la realización de este trabajo se pudo realizar el FCI a una población de estudiantes de segundo medio del Colegio Alemán San Miguel, de la Comuna de San Vicente Tagua Tagua, VI Región, Chile, dando cuenta que estos estudiantes incurrieron en errores conceptuales. Sin ir más lejos, el porcentaje de estudiantes que respondió erróneamente la primera pregunta del FCI, la cual tenía que ver con dos pelotas de distinta masa cayendo de la misma altura, fue de un 48,1% (el detalle del porcentaje de respuestas correctas en cada ítem se puede visualizar en el anexo 2) mientras que para la segunda pregunta el porcentaje de respuestas erróneas corresponde al 70,4%, lo cual el gran porcentaje de respuestas erróneas se repite para gran parte del test. Debido a que la población de estudiantes presenta un gran porcentaje de error por pregunta, es de esperar que al diseñar una secuencia didáctica acorde a los errores detectados se logre solucionar los errores conceptuales y lograr un aprendizaje significativo que logre modificar el esquema mental que presenten los estudiantes. Dicho esto, es de esperar que al calcular el factor de Hake luego de aplicada la secuencia y el FCI, el factor de Hake de los estudiantes se encuentre en un rango de 0,7 y 0,3, esto debido a que al tratar directamente las preconcepciones de los estudiantes y sus correspondientes errores conceptuales se lograría un aprendizaje significativo en su mayor parte.

Por otro lado, se cree que es importante la utilización de una secuencia cuyo eje principal sea que el estudiante logre modificar su esquema mental poniendo en jaque sus ideas previas con la realidad, para de esta manera lograr un aprendizaje significativo. Para lograr dicho objetivo proponemos utilizar la modalidad de aprendizaje basado en problemas,

como se mencionó anteriormente debido al enfoque que posee, que el estudiante logre encontrar las soluciones resolviendo problemas teniendo al docente como un guía que lo acompaña durante las sesiones de clases. Cabe destacar que la utilización de esta estrategia depende del interés que posea el estudiante por aprender los contenidos y en la capacidad del docente para generar el interés en el estudiante.

Creemos que para mejorar la secuencia didáctica realizada es necesario seguir realizando el FCI a distintas poblaciones de estudiantes para determinar las preguntas en las que los errores son más frecuentes para de esta manera generar una secuencia que pueda ser replicada sin la necesidad de realizar un diagnóstico previo. Si bien, las poblaciones podrían no ser las mismas, a lo largo de la realización de esta tesis se pudo constatar que los errores conceptuales y las ideas previas son similares entre poblaciones de estudiantes, escolares y universitarios, por lo que generar una propuesta didáctica general para solventar los errores más comunes podría ser una buena alternativa para los docentes que no poseen la libertad o tiempo para aplicar el FCI (u otro tipo de test) para determinar las concepciones alternativas de sus estudiantes.

No solamente esta secuencia didáctica podría ser útil para docentes de enseñanza media, sino que podría ser de gran utilidad para cursos universitarios iniciales de física a modo de realizar una nivelación de contenidos. Además, realizando las correcciones pertinentes, se podría trabajar en cursos más pequeños con la asistencia de profesionales capacitados para diseñar una secuencia que permita trabajar las ideas alternativas con estudiantes del primer ciclo de enseñanza básica.

Dentro de los requerimientos que los autores sugieren para una replicación o modificación de la secuencia didáctica planteada se encuentra el uso de un proyector, computador, acceso a internet, huinchas de medir, pesa gramera, y acceso a un laboratorio en el cual se pueda trabajar con grupos de personas y no de manera individual. Esto último debido a que creemos que el trabajo en equipo es una habilidad que debe ser fomentada a lo largo de toda la enseñanza de los estudiantes puesto que es una herramienta valiosa para desenvolverse en un ambiente de estudios o trabajo.

La gran motivación para la realización de esta tesis proviene principalmente de la experiencia de los autores al realizar sus prácticas profesionales como docentes en dos

establecimientos de la comuna de Santiago. Esto debido a que pudieron evidenciar que los docentes a cargo en los respectivos colegios no siempre podían realizar un exámen tipo FCI para poder conocer la realidad de sus estudiantes y por ende al momento de evaluar, los estudiantes incurrían en los mismos errores que cometían al comenzar la unidad. Si bien, esta puede no ser la realidad de todos los docentes en Chile, creemos que enseñar desde las preconcepciones es la mejor manera de solventar problemas conceptuales y que de esta manera no sean replicados a lo largo de los distintos niveles educativos.

Como futuros docentes esperamos utilizar los conceptos pedagógicos abordados en esta tesis para así mejorar el desempeño no solo de nosotros, sino que también de nuestros futuros estudiantes, brindándoles las herramientas necesarias para desenvolverse y desarrollarse de manera óptima para que puedan resolver cada desafío que tengan por delante.

## Referencias

- 1- Artamónova, I., Mosquera, J. C., & Artamanov, J. D. M. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), 56-63.
- 2- Aulaplaneta. (2015). Cómo aplicar el aprendizaje basado en proyectos en diez pasos [Infografía]. <https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos>
- 3- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- 4- Bello Garcés, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*, 15(3), 210-217.
- 5- Belloch, C. (s.f.). *Diseño instruccional*. Unidad Tecnológica Educativa (UTE). Universidad de Valencia.
- 6- Bergquist, W., & Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium: What written test answers do not reveal. *Journal of chemical Education*, 67(12), 1000.
- 7- Cáliz, A. B. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista digital innovación y experiencias educativas*, 7(40), 1-11.
- 8- Castro, E., Peley, R., & Morillo, R. (2006). La práctica pedagógica y el desarrollo de estrategias instruccionales desde el enfoque constructivista. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(3), 591-595.
- 9- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen.
- 10- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 388-402.
- 11- Carrascosa-Alís, J., (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 77-88.

- 12-Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 1(18), 112-137.
- 13-Carretero, M., Baillo, M., & Limón, M. (1996). *Construir y enseñar: las ciencias experimentales*. Aique.
- 14-Chen, Y. T., & Wang, J. H. (2016). Analyzing with Posner's Conceptual Change Model and Toulmin's Model of Argumentative Demonstration in Senior High School Students' Mathematic Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(6), 457.
- 15-Chi, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science.
- 16-Cuevas Lizana, C. A., Salazar Verdugo, M. J., Soto Arteaga, F. J., & Bravo Miranda, J. R. (2018). Análisis de errores frecuentes de los estudiantes en las pruebas Simce de Ciencias Naturales de 6° básico. *Pensamiento Educativo*, 55(1).
- 17-Díaz, F., & Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Una interpretación constructivista*, 2, 1-27.
- 18-Fernández, J. (s.f.). Gráficas movimiento rectilíneo uniforme acelerado (M.R.U.A.) [Imagen]. Fisicalab. <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua-graficas>
- 19-Fernández, J. (s.f.). Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.) [Imagen]. FisicaLab. <https://www.fisicalab.com/apartado/mru>
- 20-Fernández, J. (s.f.). Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado (M.R.U.A.) [Imagen]. FisicaLab. <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua>
- 21-Fernández, J. (s.f.). Representación de Vectores [Imagen]. FisicaLab. <https://www.fisicalab.com/apartado/representacion-de-vectores>
- 22-Fernández, J. (s.f.). Velocidad [Imagen]. FisicaLab. <https://www.fisicalab.com/apartado/velocidad>
- 23-González Vicente, A., & Chavero Blanco, J. C. (1993). Preconcepciones en Ciencias Experimentales. Algunos ejemplos en física. Recursos didácticos.
- 24-Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.

- 25-Hestenes, D., Wells, M. y Swackhamer, G. (1992), Force Concept Inventory. *Physics Teacher*, 30, pp. 141-158.
- 26-Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambio universitario en*, 59.
- 27-Huerta, L. C. (2016). Identificación de concepciones alternativas sobre Universo de profesores de Física en formación. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 23.
- 28-Jiménez Aleixandre, M. D. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas..*
- 29-Mahmud, M., & Gutiérrez, O. (2008). El cambio conceptual en la transformación de las preconcepciones en las ciencias naturales. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa* 2.0, 12(2).
- 30-Mahmud, M. C., & Gutiérrez, O. A. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación universitaria*, 3(1), 11-20.
- 31-Marín Martínez, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*
- 32-Mergel, B. (1998). Diseño instruccional y teoría del aprendizaje. *Universidad de Saskatchewan, Canadá.[Documento en línea] www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf.[Consultado el 8 de mayo de 2006]*, 16.
- 33-Ministerio de Educación. (2013). Texto del Estudiante 2° Medio Física [Imagen]
- 34-Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The physics teacher*, 20(1), 10-14.
- 35-Morales, B., Edel, R., & Aguirre, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 33-46.
- 36-Nehm, R. H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57(3), 263-272.

- 37-Norman, G R; Schmidt, H G. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine* 67(9):p 557-65, September 1992.
- 38-Lizana, C. A. C., Verdugo, M. J. S., Arteaga, F. J. S., & Miranda, J. R. B. (2018). Análisis de errores frecuentes de los estudiantes en las pruebas Simce de Ciencias Naturales de 6° básico. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 55(1), 1-13.
- 39-Palmero, M. L. R. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. In *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 535-544).
- 40-Palmero, M. L. R. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *IN. Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- 41-Pánchez, R. y Saquinaula-Brito, J. (2019). Concepciones alternativas en el estudio de las leyes de Newton mediante cuestionario a estudiantes de ingeniera. *Revista Cubana de Física*, 36(2), 132-138.
- 42-Peley, R., Morillo, R., & Castro, E. (2007). Las estrategias instruccionales y el logro de aprendizajes significativos. *Omnia*, 13(2), 56-75.
- 43-Rabanales Loyola, F., & Vanegas Ortega, C. (2021). Concepciones alternativas sobre astronomía en estudiantes de educación básica y media de la Región Metropolitana de Chile. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 47(2), 247-268.
- 44-Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*, 23(1), 110-122.
- 45-Reigeluth, C. M. (1983). *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Routledge.
- 46-Rivas Navarro, M. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Viceconsejería de Organización Educativa.
- 47-Solano, I., Jiménez, E., Marín, N. (2000). Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de “lo que el alumno sabe” sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*. 18(2) pp. 171-178.

- 48-Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18(1), 123-183.
- 49-Zavala, G. (2012). Las preconcepciones de los estudiantes como estrategias de aprendizaje. 28-33. <https://www.researchgate.net/publication/264782770>

## Anexo 1: Planificación de clases

Detalle del desarrollo de cada una de las siete clases que componen la secuencia didáctica.

<b>Clase 1</b>			
<b>Presentación de la unidad y diagnóstico</b>			
<b>Objetivo de la clase:</b>		<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
Presentar los contenidos que se revisarán en la unidad de manera breve y realizar el diagnóstico			
<b>Inicio</b> <b>(15 minutos)</b>	El/la profesor/a comienza la clase con la presentación de los contenidos que se revisarán y a que cosas o situaciones podrían asociar cada uno de ellos.		
<b>Desarrollo</b> <b>(60 minutos)</b>	El docente les solicitará a los estudiantes que saquen sus teléfonos celulares para responder el diagnóstico que se encuentra en Google forms. Es tarea del docente enviarle el link a dicha prueba. Los estudiantes tendrán 60 minutos para responder el examen, recordándoles que deben responder a conciencia porque es una herramienta para potenciar el aprendizaje.	Celulares	Cuestionario Google Forms Formativa

<b>Cierre</b> <b>(15 minutos)</b>	El/la profesor/a procederá a hacer un cierre de la clase sobre qué conceptos se verán en la próxima sesión.		
--------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<b>Clase 2</b>			
<b>Fuerza y Fuerza Neta</b>			
<b>Objetivo de la clase:</b>		<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
Comprender los conceptos de fuerza y fuerza neta con ejemplos de la vida cotidiana.			
<b>Inicio</b> <b>(15 minutos)</b>	El/la profesor/a comienza la clase con la presentación de diversos casos en los que se aplica algún tipo de fuerza. Luego se les preguntará a los estudiantes sobre lo que ellos saben respecto al concepto de la fuerza.	Plumones y pizarra	
<b>Desarrollo</b> <b>(60 minutos)</b>	<p>Se procederá a guiar al estudiantado hacia la definición del concepto de fuerza mediante una lluvia de ideas que los propios estudiantes generarán. Una vez los estudiantes hayan mencionado los conceptos clave se comenzará con la explicación teórica sobre lo que es la Fuerza y sus respectivas características.</p> <p>Posterior a esto, se darán más ejemplos sobre situaciones en las que más de una fuerza está siendo aplicada y se consultará a los estudiantes que creen que sucede con las fuerzas en dichas situaciones. Nuevamente se recogerán las respuestas de los estudiantes para guiarlos hacia lo que es el concepto de fuerza neta y los vectores.</p> <p>Por último, se les darán 4 situaciones en las que más de una fuerza fue aplicada, preguntándoles</p>	Proyector Computador PPT ( <a href="#">Anexo 5</a> )	

	<p>qué dirección, magnitud y sentido tendrá la fuerza neta resultante en cada una.</p>		
<p><b>Cierre</b> <b>(15 minutos)</b></p>	<p>El/la profesor/a procederá a hacer un cierre de la clase recapitulando mediante una lluvia de ideas de los alumnos los contenidos de la clase.</p> <p>Posteriormente se motivará a los estudiantes a que hagan las preguntas necesarias para aclarar sus dudas.</p> <p>Finalmente, se les hará entrega de un breve ticket de salida para que tomen consciencia de lo que sabían antes y después de la clase.</p>	<p>Ticket de salida (<a href="#">Anexo 2</a>)</p>	

<b>Clase 3</b>			
<b>Primera y segunda ley de Newton</b>			
<b>Objetivo de la clase:</b>		<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
Comprender la primera y segunda ley de Newton mediante análisis de casos y ejemplos de la vida cotidiana.			
<b>Inicio</b>  <b>(15 minutos)</b>	<p>El/la profesor/a comienza la clase con un breve recordatorio de lo realizado la clase anterior para luego presentarles un pequeño video a los estudiantes.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=31CyyIrmQg0&amp;ab_channel=ShortzEntertainment">https://www.youtube.com/watch?v=31CyyIrmQg0&amp;ab_channel=ShortzEntertainment</a></p> <p>Se les preguntará a los estudiantes que sucede en el video, y cómo podrían relacionar dichos conceptos con la fuerza</p>	Plumones y pizarra	
<b>Desarrollo</b>  <b>(60 minutos)</b>	<p>El docente recibirá las respuestas de los estudiantes, guiándolos a que ellos logren responder correctamente. Una vez se logró llegar a la respuesta correcta el docente comenzará con la explicación formal sobre lo que es la primera ley de Newton. Luego se les solicitará a los estudiantes que planteen situaciones en las que ellos puedan observar la primera ley, a modo de analizar si entendieron el concepto.</p> <p>Además, se les planteará a los estudiantes la segunda ley de Newton mediante ejemplos de la vida cotidiana, en ejemplos en los que se varíe</p>	Proyector Computador PPT ( <a href="#">Anexo 5</a> )	

	<p>la masa de los objetos y la aceleración que adquieren. Al igual que en la situación anterior, se les consultará a los estudiantes sobre cómo podrían explicar las situaciones recién revisadas. Luego de guiar a los estudiantes hacia las respuestas correctas se presentará a los estudiantes la segunda ley de Newton y se presentarán ejercicios en los que ellos puedan aplicar dichos conocimientos.</p>		
<p><b>Cierre</b> <b>(15 minutos)</b></p>	<p>El/la profesor/a procederá a hacer un cierre de la clase recapitulando mediante una lluvia de ideas de los alumnos los contenidos de la clase.</p> <p>Posteriormente se motivará a los estudiantes a que hagan las preguntas necesarias para aclarar sus dudas.</p> <p>Finalmente, se les hará entrega de un breve ticket de salida para que tomen consciencia de lo que sabían antes y después de la clase.</p>	<p>Ticket de salida <a href="#">(Anexo 2)</a></p>	

**Clase 4**

**Actividad formativa: Primera y segunda ley de Newton**

**Tercera ley de Newton**

<b>Objetivo de la clase:</b>	<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
<p>Realizar control formativo sobre primera y segunda ley de Newton.</p> <p>Comprender la tercera ley de Newton de acción y reacción mediante la presentación de una problemática.</p>	<p>Pizarra Plumones</p>	
<p><b>Inicio</b> <b>(10 minutos)</b></p>	<p>El docente procederá a explicar el desarrollo de la clase del día informando que los primeros 50 minutos serán para abordar contenido nuevo y que posteriormente se llevará a cabo un control formativo sobre la primera y segunda ley de Newton.</p> <p>Hecho esto, el profesor hará un problema para introducir la tercera ley de Newton, el cuál consistirá en narrar el siguiente caso: <i>“Dos náufragos se encuentran varados en su balsa en la mitad del mar, lamentablemente perdieron sus remos anteriormente, no tienen un motor para movilizarse y tampoco hay señales de corrientes de viento, por lo cual proceden a elaborar una vela con las prendas que tienen a su alcance para así poder soplar con todos sus pulmones con la esperanza de desplazarse aunque sea unos pocos metros.</i></p>	

	<p><i>Resulta que al terminar la elaboración de la vela y soplar con todas sus fuerzas en contra de ella, no se desplazan lo más mínimo, por lo que se preguntan qué están haciendo mal”.</i></p> <p>Una vez terminada la narración, el/la docente les preguntará a los estudiantes “¿Qué es lo que está sucediendo en este caso?”, y de esta forma se dará por iniciada la sesión del día.</p>		
<p><b>Desarrollo</b> <b>(65 minutos)</b></p>	<p>En la primera parte se estima dedicar 45 minutos para revisar el contenido sobre la tercera ley de Newton. Para esto, el docente usará la problemática expuesta anteriormente para generar una lluvia de ideas de parte del alumnado. A medida que los estudiantes brinden sus ideas, las cuales el profesor irá anotando en la pizarra, el docente irá analizando cómo abordar los contenidos necesarios para que el curso solucione el problema expuesto. Una vez finalizada la lluvia de ideas, se procederá a brindar las herramientas necesarias para que el alumnado se pueda enfrentar al enunciado realizado al inicio de la clase, ya sea mediante contenidos y ejemplos de la vida cotidiana, presentados en un PPT. Finalmente, se buscará que los alumnos solucionen y analicen el problema con las herramientas adquiridas durante la clase.</p> <p>Para la segunda mitad de la clase se les hará entrega a los estudiantes del control formativo</p>	<p>Computador Proyector PPT <a href="#">(Anexo 5)</a> Control formativo <a href="#">(Anexo 2)</a></p>	

	<p>que abarcará la primera y segunda ley de Newton. El tiempo dedicado a esta actividad será de 20 minutos.</p>		
<p><b>Cierra</b> <b>(15 minutos)</b></p>	<p>Una vez terminado el tiempo del control formativo, el docente procederá a retirarlos.</p> <p>Hecho lo anterior, se hará una lluvia de ideas para resumir la clase sobre acción y reacción.</p> <p>Finalmente, se le hará entrega del ticket de salida a los estudiantes para que indiquen qué es lo que aprendieron durante esta sesión, que les costó más y que les resultó más sencillo de abordar.</p>	<p>Ticket de salida <a href="#">(Anexo 2)</a></p>	

<p><b>Clase 5</b></p> <p><b>Fuerza peso, fuerza normal a una superficie y fuerza roce</b></p>			
<p><b>Objetivo de la clase:</b></p> <p>Comprender los conceptos de fuerza roce y fuerza peso mediante presentación de casos y ejemplos de la vida cotidiana.</p>		<p><b>Recursos</b></p>	<p><b>Evaluación</b></p>
<p><b>Inicio</b></p> <p><b>(15 minutos)</b></p>	<p>El profesor dará comienzo a la clase del día informando el desarrollo y objetivo de esta.</p> <p>Una vez informada la estructura de la clase, el docente les planteará el siguiente caso a los estudiantes: “<i>¿Qué tocaría primero el suelo, una bola de bowling o una pluma, si ambos objetos se sueltan al mismo tiempo y a la misma altura, estando en la Tierra? ¿Qué sucedería si se realiza el mismo procedimiento, pero estando en la Luna?</i>”.</p>	<p>Plumones y pizarra</p>	

<p><b>Desarrollo</b> <b>(60 minutos)</b></p>	<p>El docente buscará que los alumnos generen una lluvia de ideas para reflexionar sobre el enunciado hecho al inicio de la clase. Se irán anotando las ideas de los estudiantes, mientras el docente toma nota de las herramientas que necesitará el curso para poder contestar la pregunta. Una vez terminada la lluvia de ideas, el profesor procederá a presentar mediante un PPT el contenido necesario respecto a la fuerza roce y fuerza peso para abordar la problemática de la clase, mediante conceptos que serán ejemplificados con casos de la vida cotidiana, los cuales se irán analizando junto con el curso.</p> <p>Una vez revisado el contenido, se volverá al enunciado inicial, el cual deberá ser analizado ahora teniendo en cuenta lo visto durante la sesión del día.</p> <p>Para finalizar la clase, se le dará a los alumnos 2 casos para ejercitar, siendo uno de fuerza peso y otro de fuerza roce, para posteriormente revisarlo y atender dudas en la pizarra.</p>	<p>Proyector Computador PPT (<a href="#">Anexo 5</a>)</p>	
--------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	--

<p><b>Cierre</b> <b>(15 minutos)</b></p>	<p>El profesor procederá a hacer un cierre de la clase recapitulando mediante una lluvia de ideas de los alumnos los contenidos de la clase.</p> <p>Posteriormente se motivará a los estudiantes a que hagan las preguntas necesarias para aclarar sus dudas.</p> <p>Finalmente, se les hará entrega de un breve ticket de salida para que tomen consciencia de lo que sabían antes y después de la clase.</p>	<p>Ticket de salida <a href="#">(Anexo 2)</a></p>	
----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--

<b>Clase 6</b>			
<b>Desarrollo experimental</b>			
<b>Objetivo de la clase:</b>		<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
Resolver una guía de desarrollo experimental en la cual se incluyen los temas de fuerza neta, fuerza de roce, fuerza peso, fuerza normal y cinemática.			
<b>Inicio</b> <b>(15 minutos)</b>	El/la profesor/a comienza la clase con una recapitulación de los conceptos revisados la clase anterior y mencionando el trabajo que realizarán en la presente sesión. Se les solicitará a los estudiantes que formen grupos de 4 estudiantes para resolver los ejercicios de la guía de trabajo. Una vez formados los grupos de trabajo se entregará la guía para que los estudiantes comiencen a trabajar.	Plumones, pizarra, guía de trabajo	Sumativa
<b>Desarrollo</b> <b>(60 minutos)</b>	Los estudiantes tendrán 60 minutos para realizar su guía experimental. Durante dicho tiempo podrán realizar preguntas al docente. Cuando las preguntas tengan importancia se llamará la atención de todo el grupo curso para guiar a los estudiantes hacia el desarrollo correcto, tratando de que ellos sean los que puedan responderse unos a otros o llegando a la respuesta correcta a través de su pensamiento crítico.	Proyector Computador Guía experimental sumativa ( <a href="#">Anexo 2</a> )	

<b>Cierre (15 minutos)</b>	El/la profesor/a procederá a hacer un cierre de la clase realizando una retroalimentación de los contenidos de la guía realizada.		
------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<b>Clase 7</b>			
<b>Finalización de la unidad</b>			
<b>Objetivo de la clase:</b>		<b>Recursos</b>	<b>Evaluación</b>
Presentar los contenidos que se revisarán en la unidad de manera breve y realizar el diagnóstico			
<b>Inicio</b> <b>(15 minutos)</b>	El/la profesor/a comienza la clase con una retroalimentación de los contenidos revisados en la unidad para luego proceder a realizar el post-test.		
<b>Desarrollo</b> <b>(60 minutos)</b>	<p>El docente les solicitará a los estudiantes que saquen sus teléfonos celulares para responder el diagnóstico que se encuentra en Google forms. Es tarea del docente enviarle el link a dicha prueba. Los estudiantes tendrán 60 minutos para responder el examen, recordándoles que deben responder a conciencia porque es una herramienta para potenciar el aprendizaje.</p> <p>Además, se les mencionará a los estudiantes que es el mismo test que realizaron en un comienzo pero que ahora disponen de más herramientas para resolverlo de mejor manera.</p>	Celulares	Cuestionario Google Forms Formativa

<b>Cierre</b> <b>(15</b> <b>minutos)</b>	El/la profesor/a procederá a hacer un cierre de la clase, consultando a los estudiantes sobre sus opiniones acerca de la unidad recién revisada.		
------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

## Anexo 2: Instrumentos y Recursos de evaluación

### Guía experimental sumativa

Se implementa en la clase 6

**Integrantes:** \_\_\_\_\_

**Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha** \_\_\_\_\_ **Puntaje** \_\_\_/36 **Nota:** \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES

- Deben agruparse en grupo de 4 estudiantes para realizar la siguiente guía.
- Pueden utilizar sus apuntes para la realización de la guía experimental.
- La guía deberá ser realizada en un tiempo de 60 minutos.
- Lean cuidadosamente cada enunciado.
- Respondan con letra legible y clara.
- Esta guía será evaluada al 60% del puntaje máximo.

### MATERIALES REQUERIDOS

- Balanza.
- Huincha métrica.
- Cronómetro (Se puede utilizar el del celular).
- Transportador.
- Mesa.
- Libro de clases de alguna asignatura.

## PROCEDIMIENTO

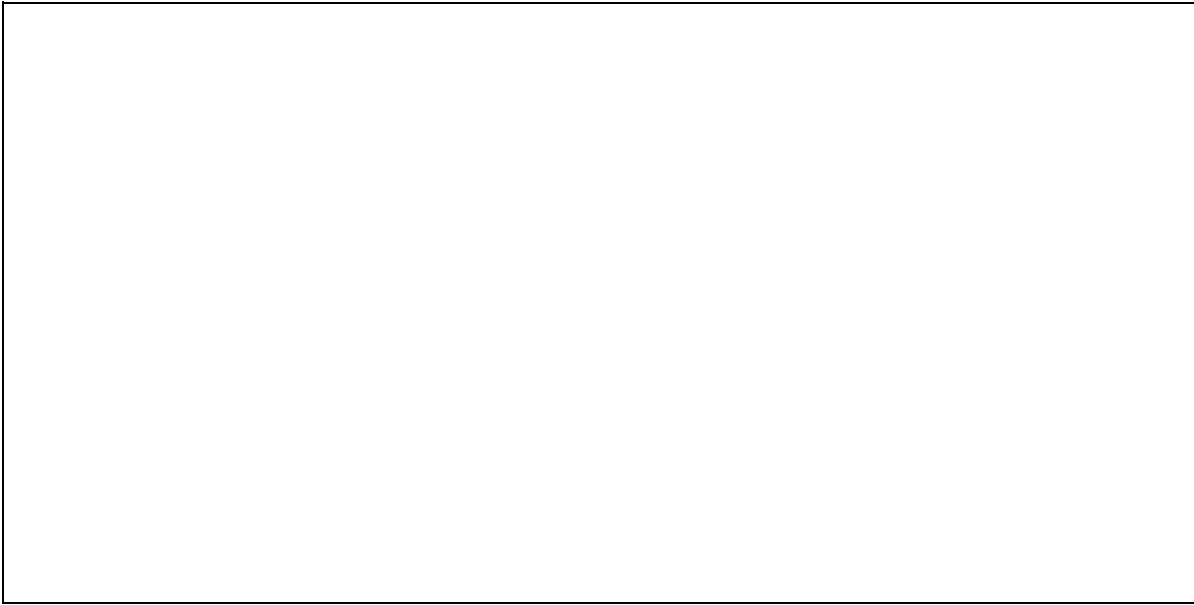
- Inclinen la mesa para que forme un ángulo de 45 grados.
- Midan la masa del libro en la balanza.
- Coloquen el libro sobre la superficie de la mesa y esperen a que se deslice sobre esta.
- Midan la distancia recorrida y el tiempo de desplazamiento del libro de clases.
- Anoten los datos obtenidos en el cuadro correspondiente que habrá a continuación.

## DESARROLLO

1- Toma de datos: En el siguiente cuadro deberán anotar los datos obtenidos durante el experimento. (3 pts)

	Masa	Tiempo	Desplazamiento
Valor			

2- En el siguiente cuadro deberán dibujar una representación del experimento tanto en su momento inicial como en su momento final (No olvide colocar los ángulos). (2 pts)



3- A continuación, nombren y definan las fuerzas involucradas en el experimento realizado. (3 pts)

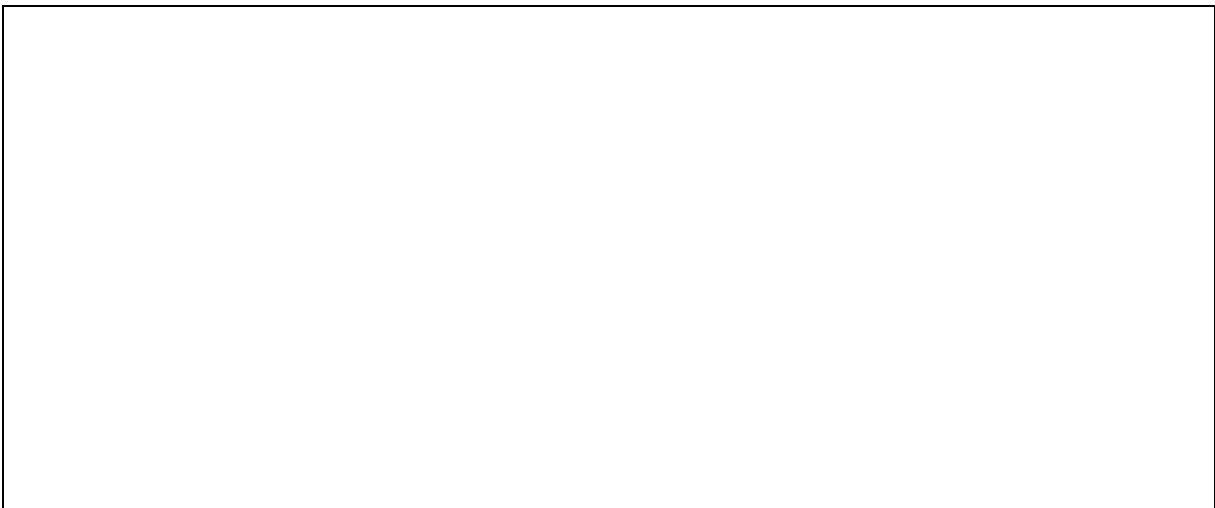
---

---

---

---

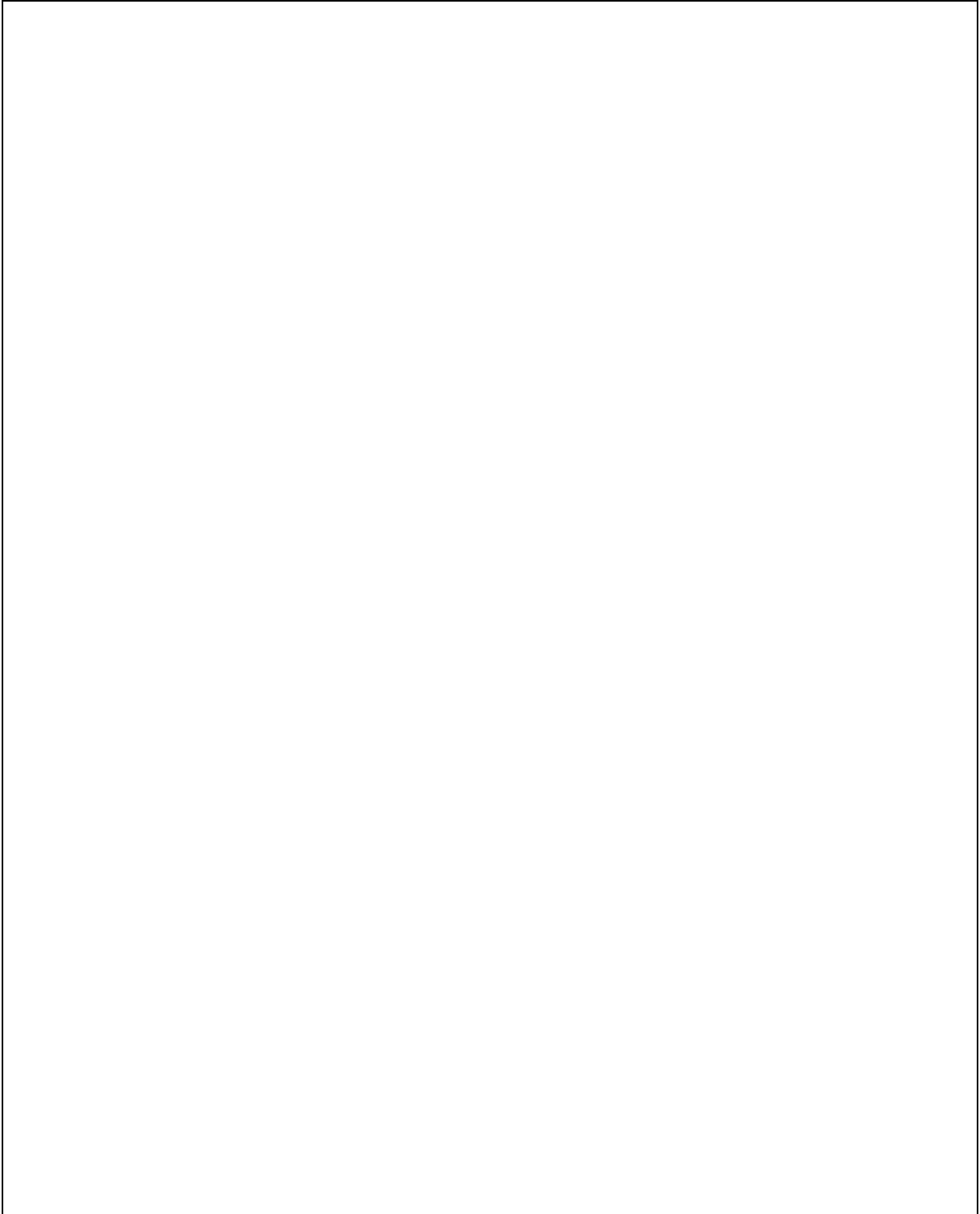
4- En el siguiente cuadro realicen un diagrama de cuerpo libre considerando las fuerzas que actúan sobre el libro. (4pts)



5- En el siguiente cuadro deberá enunciar las expresiones matemáticas necesarias para determinar los valores de la velocidad final del libro, aceleración del libro, sumatoria de fuerzas en el libro, fuerza de roce cinético y la descomposición de la fuerza peso que actúa sobre el libro (Recuerde que al estar en una inclinación de 45 grados se forma un triángulo rectángulo isósceles). (10 pts)



6- En el siguiente cuadro deberán realizar el procedimiento necesario para encontrar el valor del coeficiente de roce cinético entre el libro de clases y la mesa. Recuerde no omitir ningún paso. (10pts)

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write the procedure for finding the coefficient of kinetic friction. The box is currently blank.

7- A continuación, mencione los factores que influyeron en la obtención de sus cálculos, así como consideraciones que podrían mejorar la realización del experimento.  
(4pts)

---

---

---

---

## Control formativo de primera y segunda ley de Newton

Implementado durante la clase 5

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES:

- Deben contestar de manera individual el presente control.
- No pueden hacer uso del celular.
- Deben hacer uso de los conocimientos aprendidos durante las clases anteriores.
- Tendrá 20 minutos para realizar el presente control.
- Lea atentamente cada pregunta.
- Utilice letra legible.
- El control es de carácter formativo, no afectará a su calificación, por lo que resulta importante que conteste honestamente.

### RESPONDAN LO MÁS COMPLETO POSIBLE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS.

1. Enuncie y explique con sus palabras la primera ley de Newton o principio de inercia. (2 pts)
2. Enuncie 1 caso de la vida cotidiana en que se presencie la primera ley de Newton. Explique brevemente. (2 pts)
3. Explique y enuncie con sus palabras la segunda ley de Newton o principio fundamental. (2 pts)
4. Al realizar las compras en el supermercado, se puede notar que se requiere aplicar mayor fuerza para mover el carrito a medida que más productos haya en este ¿Cómo explicaría este suceso aplicando las leyes de Newton? (2 pts)

## **Ticket de salida**

Utilizado al final de las clases: 2, 3, 4 y 5.

<b>Nombre:</b> _____	
<b>Curso:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____

### **INSTRUCCIONES:**

- Cada pregunta debe ser contestada de forma INDIVIDUAL.
- No se puede utilizar el celular durante el desarrollo del ticket de salida.
- Debe responder cada pregunta con lo visto y aprendido en clase.
- Tiene 10 minutos para responder.
- Lea con detención cada pregunta.
- Responda con letra legible.
- El ticket de salida NO afectará a su calificación, así que responda honestamente.

### **REFLEXIÓN SOBRE LA CLASE:**

1. ¿Qué aprendió en la clase de hoy? Explique utilizando sus propias palabras y ejemplos.
2. ¿Qué fue lo que resultó más dificultoso de aprender? ¿Por qué?
3. ¿Hay algún concepto visto en la clase de hoy que no logró entender? ¿Por qué?

### **Anexo 3: Cuestionario**

#### **Force Concept Inventory (FCI)**

Cuestionario aplicado a los estudiantes para la clase 1 y 7

Se adjunta link de enlace para visualizar la herramienta utilizada para realizar la evaluación de diagnóstico denominada Force Concept Inventory (FCI):

[https://drive.google.com/drive/folders/1R4ORvbuO96Bzb1tatmpjNcU226Tb5LpG?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1R4ORvbuO96Bzb1tatmpjNcU226Tb5LpG?usp=share_link)

#### Anexo 4: Resultados cuestionario

##### Porcentaje de respuestas correctas por pregunta del cuestionario

##### Resultados cuestionario aplicación inicial

<b>Número de Pregunta</b>	<b>% de respuestas correctas</b>
1	51.9
2	29.6
3	37
4	13
5	14.8
6	48.1
7	33.3
8	24.1
9	25.9
10	11.1
11	11.4
12	29.6
13	7.4
14	9.3
15	14.8
16	18.5
17	14.8
18	16.7
19	11.1
20	5.6
21	3.7
22	18.5
23	7.4
24	14.8
25	24.1
26	3.7
27	25.9
28	3,7
29	14,8
30	22.2

## **Anexo 5: Recursos pedagógicos**

A continuación se adjunta el link de enlace para ingresar a los recursos pedagógicos elaborados por los autores.

[https://drive.google.com/drive/folders/10I3M7o2XbWH3GEeKmt9KHdWNqD5aMDGg?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/10I3M7o2XbWH3GEeKmt9KHdWNqD5aMDGg?usp=share_link)