



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

1. DATOS GENERALES			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA)			Clave de la UA
Laboratorio de Mecánica			FS110
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Escolarizada	Laboratorio	Básica común	3
UA de prerequisite		UA simultaneo	UA posteriores
N/a		Mecánica	N/A
Horas totales de teoría		Horas totales de práctica	Horas totales del curso
0		40	40
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Ingeniería en Logística y Transporte.		Evaluación	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Física		Mecánica	
Elaboró o revisó		Fecha de elaboración o revisión	
ALCALA GUTIERREZ, JAIME NAVARRO JIMENEZ, SILVANA GUADALUPE DE ANDA RAMIREZ, FRANCISCO JOSE		28 mayo 2024	



## 2. DESCRIPCIÓN

### Presentación

La observación y el proceso de medición son una parte fundamental en el desarrollo de las actividades de la asignatura de Laboratorio de Mecánica. En esta asignatura se construirán a través de la experimentación la mayor parte de los conceptos Mecánicos, se podrá experimentar con los efectos de fuerzas aplicadas a sistemas en reposo y en movimiento; las oscilaciones y las colisiones.

Esta Unidad de Aprendizaje requiere de conocimientos previos de Álgebra, Trigonometría, Cálculo diferencial, cálculo integral y de ser posible de un curso de Ecuaciones diferenciales.

El alumno desarrollará habilidades de análisis, síntesis, habilidades de comunicación oral y escrita, así como el uso de herramientas informáticas que le pueden ser útiles en su formación profesional.

### Relación con el perfil de egreso

El Ingeniero Industrial incorporará a los atributos natos que definen su vocación, otros que son logrados en su paso por las aulas, relativos a la obtención de conocimientos y desarrollo de habilidades.

### Competencias a desarrollar en la UA

Transversales	Genéricas	Profesionales
<p>Elabora proyectos con base en un trabajo colaborativo organizado y eficaz.</p> <p>Estructura argumentos lógicos y científicos para defender una opinión personal.</p> <p>Plantea hipótesis para resolver situaciones problemáticas mediante procesos de investigación.</p> <p>Expresa ideas a través de un uso correcto del lenguaje escrito.</p>	<p>Establece relaciones de dependencia entre dos o más variables que intervienen en un fenómeno. Interpreta las leyes de la Mecánica para proponer explicaciones a fenómenos y procesos físicos.</p> <p>Analiza fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos y propone modelos basados en la mecánica clásica para su descripción.</p> <p>Utiliza el lenguaje formal de la Física para interactuar con otros profesionales en la búsqueda de soluciones a problemáticas de carácter científico y tecnológico.</p> <p>Interpreta fenómenos reales a partir del uso de conceptos de la mecánica clásica y procedimientos matemáticos.</p>	<p>Analiza una situación o fenómeno mediante la obtención de datos de los parámetros que la caracterizan y obtiene relaciones que describen su interdependencia.</p> <p>Emplea herramientas computacionales en la descripción y análisis de fenómenos físicos relacionados con el movimiento.</p>

### Saberes involucrados

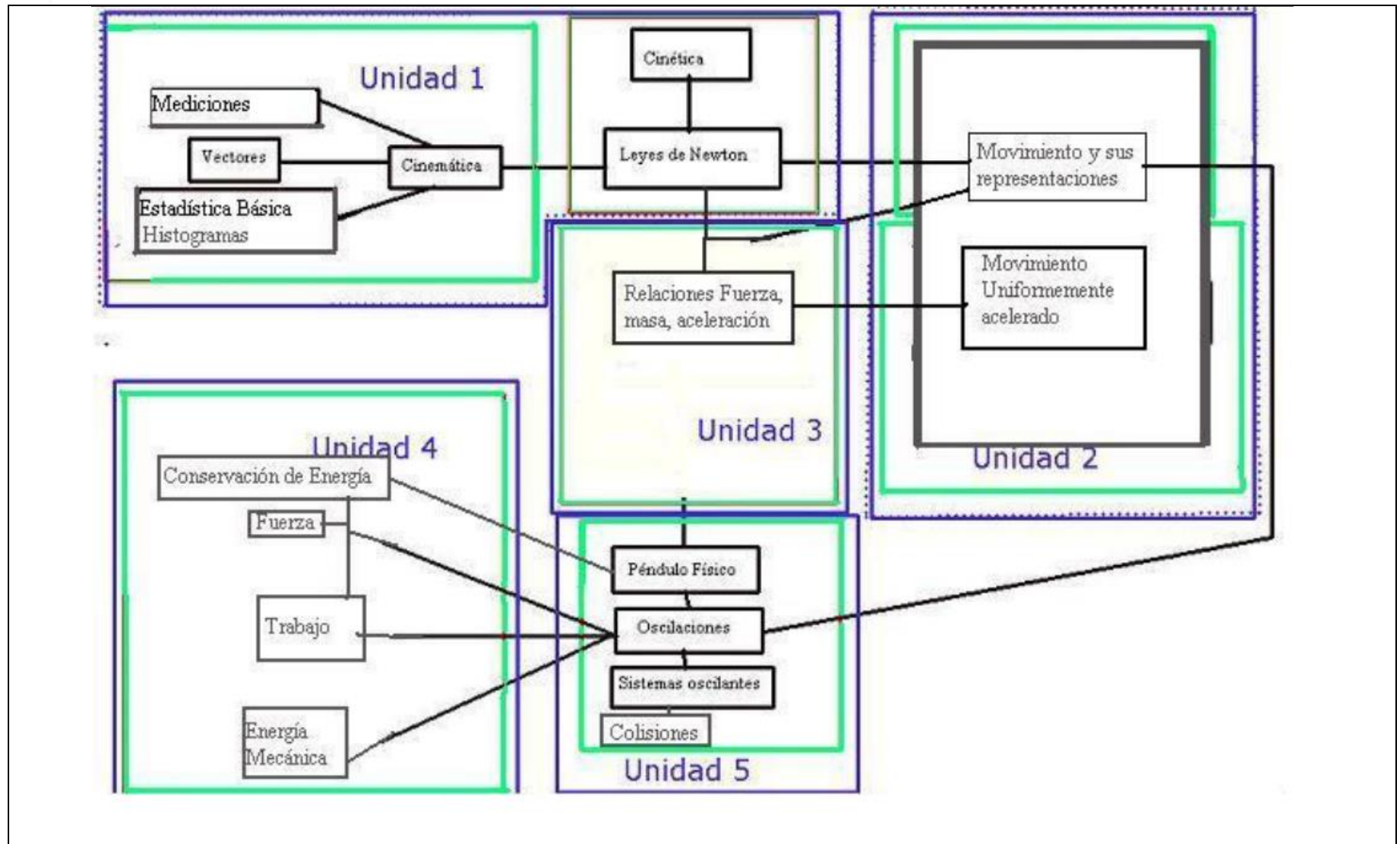
Saber (conocimientos)	Saber hacer (habilidades)	Saber ser (actitudes y valores)
-----------------------	---------------------------	---------------------------------



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis estadístico básico de una serie de mediciones.</li><li>• Cálculo de incertidumbres y su propagación.</li><li>• Análisis de las Leyes de Newton en relación con los cambios en el movimiento de los cuerpos.</li><li>• Análisis de la ley de conservación de energía mecánica y su relación con el trabajo.</li><li>• Análisis de la conservación de la cantidad de Movimiento lineal.</li><li>• Descripción matemática de varios movimientos: caída libre, tiro parabólico, oscilador armónico, máquina de Atwood, colisiones, péndulo simple, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtiene información utilizando instrumentos de medición y software.</li><li>• Analiza la información obtenida utilizando las definiciones, leyes y principios de la física.</li><li>• Acuerda metas en común para organizar el trabajo en equipo de manera equitativa.</li><li>• Relaciona los distintos tipos de datos obtenidos y establece relaciones entre.</li><li>• Cuantifica los cambios en energía durante el movimiento de objetos.</li><li>• Analiza y describe procesos de interacción entre dos cuerpos en términos del principio de conservación de la energía, la cantidad de movimiento y las leyes de Newton.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Valora el empleo de herramientas computacionales en el modelado matemático de fenómenos reales.</li><li>• Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.</li><li>• Cumple con los acuerdos establecidos en equipo.</li><li>• Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.</li><li>• Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo.</li></ul>
<b>Producto Integrador Final de la UA</b>		
<p><b>Título del Producto:</b> Análisis y descripción de sistemas considerados como modelo en física e ingeniería.</p> <p><b>Objetivo:</b> Emplear las principios y leyes de la Mecánica en la descripción del movimiento de algunos sistemas mecánicos sencillos estudiados en el curso de Mecánica.</p> <p><b>Descripción:</b> Analizar una serie de sistemas mecánicos considerados como modelos en física e ingeniería en los que se requiere la aplicación de los conceptos, leyes y principios de la Mecánica para su análisis y descripción.</p>		

### 3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA



#### 4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: MEDICIONES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Objetivo de la unidad temática:

Interpretar las mediciones de distancia, tiempo y masa obtenidas mediante instrumentos analógicos y digitales.

## Introducción:

En esta unidad temática se introducen las ideas básicas sobre la necesidad de los sistemas de unidades de medición utilizados en ciencia e ingeniería para describir el movimiento. Se introducen los conceptos básicos acerca de lo que implica realizar una medición, así como la caracterización de los datos, su incertidumbre y su representación gráfica.

Contenido temático		Saberes involucrados	Producto de la unidad temática	
<b>Temas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Magnitudes básicas o fundamentales</li><li>• Mediciones de tiempo, distancia y masa.</li><li>• Unidades derivadas utilizadas en mecánica</li><li>• Incertidumbre absoluta, relativa y estadística.</li><li>• Representación gráfica de una serie de mediciones mediante un histograma utilizando un programa computacional.</li><li>• Incertidumbre de magnitudes derivadas.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprende las ideas básicas que llevaron al acuerdo sobre los sistemas de medición de los parámetros utilizados en la descripción de los fenómenos físicos.</li><li>• Identifica los elementos clave que intervienen al realizar una medición: propiedad a medir, instrumento de medición y observador o sistema de recolección de datos.</li><li>• Identifica diversas causas que pueden ser fuentes de error al realizar mediciones.</li><li>• Utiliza los parámetros incertidumbre absoluta e incertidumbre relativa para caracterizar los datos obtenidos mediante un instrumento.</li><li>• Emplea el parámetro incertidumbre estadística para caracterizar un conjunto de mediciones realizadas mediante un instrumento bajo las mismas condiciones.</li><li>• Utiliza las reglas sobre la propagación de incertidumbres para caracterizar magnitudes físicas definidas a partir de las magnitudes básicas.</li></ul>	<p>Elaborar el reporte de la medición de un evento-tal como el tiempo de caída de un cuerpo desde una altura determinada o el tiempo en que desciende una distancia determinada en un plano inclinado- en el cual deberá:</p> <p>Calcular la incertidumbre absoluta y relativa de las mediciones de tiempo y distancias realizadas mediante los instrumentos correspondientes.</p> <p>Obtener los parámetros estadísticos básicos de las mediciones de tiempo realizadas y en base a ellos obtener su incertidumbre estadística.</p> <p>Incluir un histograma de las mediciones realizadas en el cual se muestren los parámetros estadísticos básicos: media, moda y mediana.</p> <p>Calcular la rapidez media del objeto, así como su incertidumbre.</p>	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Identificar los conocimientos previos de los alumnos. Exponer brevemente el tema sobre los parámetros básicos y los derivados utilizados en mecánica, así como sus unidades en el Sistema Internacional de Unidades.	Realizar una práctica de mediciones. Calcular la incertidumbre de los datos debida al instrumento.	Entregar las tareas, actividades y reporte de práctica propuestas por el profesor.	Video sobre cómo utilizar el programa Logger Pro para obtener parámetros y elaborar un histograma.	2 horas
Exponer brevemente el tema sobre los parámetros estadísticos básicos y su significado en el laboratorio.	Calcular los parámetros estadísticos básicos de los datos obtenidos.	Entregar las tareas, actividades y reporte de práctica propuestas por el profesor.	Videos instruccionales sobre cómo graficar y obtener la incertidumbre de un conjunto de datos.  Programa de cómputo Logger Pro. Computadora	2 horas
Exponer brevemente cómo utilizar un programa	Elaborar un histograma de las mediciones	Entregar las tareas,	Videos instruccionales	4 horas



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

para obtener los parámetros estadísticos de una distribución de datos y su representación mediante un histograma.	utilizando un programa de cómputo. Calcular la incertidumbre de un parámetro derivado o definido en términos de los conjuntos de datos obtenidos en mediciones.	actividades y reporte de práctica propuestas por el profesor.	sobre cómo graficar y obtener la incertidumbre de un conjunto de datos.  Programa de cómputo Logger Pro. Computadora	
---	---	---	---	--



## Unidad temática 2: CARACTERIZACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO EN TÉRMINOS DE LOS PARÁMETROS CINEMÁTICOS BÁSICOS

### Objetivo de la unidad temática:

Interpretar los conceptos básicos utilizados en la descripción del movimiento para encontrar relaciones entre los parámetros correspondientes a movimientos uniformes y uniformemente acelerados.

### Introducción:

Para describir el movimiento de un cuerpo se utilizan parámetros que se representan mediante escalares o vectores. El énfasis en el enfoque vectorial es fundamental en el estudio de movimientos que ocurren en un plano, para ello se aplica un programa computacional para facilitar el estudio de tales casos. En esta unidad se comparan los resultados de datos y su análisis realizado "manualmente" al utilizar las definiciones para los parámetros del movimiento, con los datos obtenidos y analizados utilizando el software. Además, se realiza el análisis de un caso de movimiento uniforme y otro de movimiento uniformemente acelerado utilizando el software y se comparan los resultados con los modelos correspondientes a estos movimientos.

Contenido temático		Saberes involucrados	Producto de la unidad temática	
<b>Temas</b> Ecuación de la recta y su representación gráfica utilizando software Suma y resta de vectores y su representación gráfica utilizando software. Definiciones de los parámetros básicos utilizados en la descripción del movimiento: trayectoria, posición y distancia recorrida, rapidez media e instantánea, velocidad media e instantánea, aceleración media e instantánea. Relación entre la rapidez instantánea y la velocidad instantánea de un cuerpo. Relaciones entre la trayectoria, la velocidad media, la velocidad instantánea y la aceleración de un cuerpo. Representaciones gráficas de las componentes de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Pendientes de rectas y curvas (en un punto) y su relación con los parámetros que describen el movimiento. Relación entre las derivadas de las componentes de la posición de un cuerpo y las componentes de la velocidad y la aceleración de un cuerpo. Relaciones entre las áreas bajo las gráficas de las componentes de la velocidad y la aceleración y los cambios en posición y velocidad de un cuerpo. Relación entre las integrales definidas de las componentes de la velocidad y de la aceleración de un cuerpo y sus cambios en posición y velocidad. Definición y características de las gráficas del movimiento uniforme.		Usa la ecuación de la recta para representar relaciones entre la distancia recorrida por un cuerpo y el tiempo empleado. Emplea herramientas computacionales para representar gráficamente relaciones entre distancia y tiempo, así como entre posición y tiempo, correspondientes al movimiento de un cuerpo. Calcula la rapidez media y la velocidad media de un objeto en movimiento a partir de su posición. Calcula la rapidez instantánea y la velocidad instantánea de un cuerpo en determinadas posiciones, durante su movimiento. Obtiene la aceleración media e instantánea de un objeto en movimiento a partir de sus definiciones. Interpreta el movimiento de los cuerpos en términos de modelos matemáticos. Clasifica un movimiento en base a las gráficas de sus parámetros escalares o a las de las componentes de sus parámetros vectoriales. Utiliza el software adecuado para analizar gráficamente las relaciones entre los diversos parámetros de los movimientos uniforme y uniformemente acelerado. Emplea el cálculo diferencial e integral para encontrar las relaciones entre los parámetros que describen el movimiento realizando operaciones con los vectores de posición, velocidad y aceleraciones obtenidas utilizando el software.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comparación de los valores de los parámetros del movimiento obtenidos manualmente aplicando las definiciones correspondientes y los obtenidos utilizando software, al estudiar el movimiento de un cuerpo.</li><li>• Análisis de dos casos de movimiento utilizando un programa computacional y los modelos correspondientes al movimiento uniforme y uniformemente acelerado.</li></ul>	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los conocimientos previos de los alumnos en lo referente a los conceptos básicos utilizados en la</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular –a partir de su definición- valores medios de la rapidez, velocidad y aceleración</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reporte de la actividad de comparación entre</li></ul>	Video del uso de Logger Pro para capturar y analizar	2 horas



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>descripción del movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición acerca de las definiciones de los parámetros utilizados en el estudio del movimiento, así como su carácter escalar o vectorial.</li> </ul>	<p>de un cuerpo, utilizando datos de su posición y los tiempos correspondientes.</p>	<p>valores obtenidos manualmente y los obtenidos utilizando el software, al analizar el movimiento de un cuerpo.</p>	<p>datos. Videos instruccionales mostrando cómo utilizar sensores e interfaces para obtener y analizar datos.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar a los alumnos en el cálculo de los parámetros del movimiento, a partir de las definiciones.</li> <li>Ayudar a los alumnos a utilizar el software para capturar y analizar datos de los casos de movimiento estudiados en la UA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encontrar –a partir de su definición- valores instantáneos de la rapidez, velocidad y aceleración de un cuerpo, utilizando datos de su posición y los tiempos correspondientes.</li> <li>Utilizar el software para capturar datos de posición y tiempo de un cuerpo en movimiento, y obtener valores instantáneos de la rapidez, velocidad y aceleración de dicho cuerpo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte del análisis de un movimiento del tipo uniforme.</li> </ul>	<p>Video sobre cómo graficar utilizando el programa Logger Pro</p> <p>Videos acerca de cómo realizar animaciones utilizando vectores en Logger Pro.</p>	2 horas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar a los alumnos la manera en que pueden realizarse numéricamente diversas operaciones, tales como el cálculo de la magnitud de funciones vectoriales, sus derivadas, sus integrales, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar el software para elaborar una animación del movimiento del cuerpo, en la cual se muestren los vectores de la posición, velocidad y aceleración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte del análisis de un movimiento uniformemente acelerado.</li> </ul>	<p>Programa de cómputo Logger Pro. Computadora. Sensores de movimiento. Foto compuertas. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores.</p>	2 horas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar a los alumnos la manera en que pueden realizarse numéricamente diversas operaciones, tales como el cálculo de la magnitud de funciones vectoriales, sus derivadas, sus integrales, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Graficar –utilizando el software- los parámetros del movimiento, tanto los escalares como las componentes de los de carácter vectorial en función del tiempo, así como la trayectoria del cuerpo.</li> <li>Encontrar –utilizando el software- cómo se relacionan entre sí los parámetros del movimiento mediante derivadas e integrales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte del análisis de un movimiento uniformemente acelerado.</li> </ul>	<p>Sensores de movimiento. Foto compuertas. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores.</p>	2 horas



**Unidad temática 3: RELACIONES ENTRE FUERZA Y MOVIMIENTO: Leyes de Newton**

**Objetivo de la unidad temática:**

Mostrar las relaciones entre la fuerza total aplicada a un cuerpo y el cambio en su cantidad de movimiento, tanto cuando su masa es constante como cuando es variable.

**Introducción:**

Las leyes de Newton relacionan el estado dinámico de un cuerpo o su variación en términos de su masa, cantidad de movimiento y fuerza total aplicada sobre él.

Contenido temático		Saberes involucrados	Producto de la unidad temática	
<b>Temas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza como medida de la interacción entre dos cuerpos.</li> <li>• Fuerza y deformación.</li> <li>• Fuerza y aceleración.</li> <li>• Otros efectos de la fuerza en las propiedades de cuerpos relacionados con su medición.</li> <li>• Masa y cantidad de movimiento de un cuerpo.</li> <li>• Relaciones entre fuerza y movimiento.</li> <li>• Equilibrio estático y dinámico.</li> <li>• Características del movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza total constante.</li> <li>• Movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza dependiente de la velocidad.</li> <li>• Movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza dependiente de la posición.</li> <li>• Relaciones entre fuerza, velocidad y aceleración en un movimiento circular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis a través de la descripción de varios tipos de movimiento.</li> <li>• Utiliza nuevas tecnologías (hardware y software) en el proceso de aprendizaje.</li> <li>• Aplica el cálculo diferencial e integral para encontrar relaciones entre la fuerza que actúa sobre un cuerpo y el cambio en su velocidad.</li> <li>• Relaciona la dependencia funcional de la fuerza aplicada a un cuerpo, con su observación del cambio de posición y velocidad del cuerpo.</li> <li>• Selecciona —a partir de los modelos incluidos en el software— ecuaciones apropiadas para describir la posición y velocidad de un cuerpo sobre el que actúan fuerzas constantes o variables.</li> <li>• Desarrolla la habilidad de utilizar a las leyes de Newton como herramientas para conocer la masa de los cuerpos mediante el análisis de su movimiento y de hipótesis acerca de las fuerzas que sobre ellos actúan.</li> </ul>	Reporte de tareas sobre observaciones entre los cambios de movimiento experimentados por un cuerpo y las fuerzas que sobre él actúan. Reporte de una práctica en la que se empleen sensores tanto para determinar la fuerza que actúa sobre un cuerpo y para medir su aceleración	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Identificar los conocimientos previos de los alumnos sobre los conceptos de fuerza y masa.	Trabaja en equipo en la realización de prácticas, tanto en la captura como en el análisis de datos y elaboración de reportes.	Entrega de tareas sobre observaciones entre los cambios de movimiento de un cuerpo y las fuerzas actuantes sobre él.	Programa de cómputo Logger Pro.  Computadora. Sensores de movimiento Sensores de fuerza. Foto compuertas. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores.	2 horas
Exposición acerca de la utilidad de las Leyes de Newton en el laboratorio, y su función en la	Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis mediante la descripción del movimiento de los	Reporte de una práctica en la que se empleen	Programa de cómputo Logger Pro.	2 horas



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

predicción de la dinámica de los objetos sobre los que actúan diversas fuerzas.	cuerpos.	sensores tanto para determinar la fuerza que actúa sobre un cuerpo y para medir su aceleración.	Simuladores Phet:  <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a>  <a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a>  <a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/</a>	
Ayuda a los alumnos a utilizar de manera apropiada y segura los sensores durante la captura de datos de fuerza y posición.	Aplica sus conocimientos de matemáticas para encontrar relaciones entre la fuerza aplicada a un cuerpo y su cambio de velocidad.	Reporte de una práctica en la que se empleen sensores tanto para determinar la fuerza que actúa sobre un cuerpo y para medir su aceleración.	Programa de cómputo Logger Pro. Simuladores Phet:  <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a>  <a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a>  <a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/</a>	2 horas
Mostrar a los alumnos la manera en que pueden calcularse parámetros tales como la cantidad de movimiento y su derivada.	Interpreta el estado dinámico de un cuerpo en términos de las leyes de Newton.  Contrasta modelos establecidos obtenidos en base a las leyes de Newton con situaciones reales.	Reporte de una práctica en la que se empleen sensores	Programa de cómputo Logger Pro. Simuladores Phet:  <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a>  <a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a>  <a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode-mecanica/</a>	2 horas
Guiar las discusiones generadas en torno a la interpretación de las leyes de Newton y su relación con los casos analizados. Evaluar los procesos de aprendizaje de los alumnos.	Utiliza interfaces y software para capturar datos de posición, tiempo y fuerza, los analiza utilizando las herramientas apropiadas y encuentra relaciones funcionales entre dichos parámetros. Usa el software para elaborar una animación del movimiento del cuerpo, en la cual se muestren los	Reporte de una práctica en la que se empleen sensores	Programa de cómputo Logger Pro. Simuladores Phet:  <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a>	2 horas



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	vectores de fuerza, cantidad de movimiento y aceleración.		<a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a> <a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode mecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriode mecanica/</a>	
--	---	--	--	--



## Unidad temática 4: RELACIONES ENTRE FUERZA, IMPULSO, TRABAJO Y ENERGÍA DURANTE EL MOVIMIENTO DE UN CUERPO

### Objetivo de la unidad temática:

Identificar los principios del impulso y el cambio en la cantidad de movimiento de un cuerpo, así como la relación entre trabajo y cambio en las energías cinética y potencial de un cuerpo en la descripción del movimiento de un cuerpo.

### Introducción:

Las actividades propuestas en esta unidad temática permiten evaluar el concepto de transformación entre energía mecánica y energía potencial, así como la relación entre trabajo realizado al aplicar una fuerza y el cambio en su energía

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<b>Temas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principio del impulso y la cantidad de movimiento.</li><li>• Principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal</li><li>• Trabajo realizado y cambio en la energía cinética de un cuerpo</li><li>• Trabajo realizado y cambio en la energía potencial gravitacional de un cuerpo.</li><li>• Trabajo y energía potencial elástica.</li><li>• Movimiento y variación en las energías cinética y potencial de un cuerpo.</li><li>• Condiciones para la conservación de la energía mecánica durante el movimiento.</li><li>• Caída libre de un cuerpo y su relación con el principio de impulso y la cantidad de movimiento.</li><li>• Movimiento de un cuerpo en dirección vertical y su relación con el principio de conservación de la energía.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis a través de la descripción del movimiento de un cuerpo en caída libre en términos del impulso y el cambio en su cantidad de movimiento.</li><li>• Trabaja en equipo en la realización de prácticas, tanto en la captura como en el análisis de datos y elaboración de reportes.</li><li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis mediante la descripción del movimiento de los cuerpos en términos de los cambios de su energía.</li><li>• Aplica el principio de conservación de la energía para interpretar el comportamiento dinámico de los cuerpos.</li><li>• Utiliza TICS (sensores, interfaces y software) para obtener y analizar datos sobre el movimiento de los cuerpos y elaborar gráficas que muestren los valores de sus energías cinética, potencial y total.</li><li>• Utiliza software para obtener relaciones entre el trabajo realizado al mover o detener un objeto y el cambio en su energía cinética y/o potencial.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Reporte de tareas sobre la elaboración de gráficas de energía y trabajo realizado al cambiar el estado de movimiento de un cuerpo.</li><li>• Reporte de una práctica en la que se analice el movimiento de un cuerpo en términos de la conservación de la energía mecánica total.</li></ul>	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado	
Guiar las discusiones generadas en torno a la aplicación de los principios y conceptos que corresponden a esta unidad temática. Exposición acerca de la aplicación de los conceptos de trabajo realizado al cambiar el estado de movimiento y su relación con los cambios de energía cinética y/o potencial. Mostrar a los alumnos la manera en que pueden calcularse el trabajo realizado y las energías cinética y potencial utilizando software. Vigilar que los sensores e interfaces son	Trabaja en equipo en la realización de prácticas, tanto en la captura como en el análisis de datos y elaboración de reportes. Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis mediante la descripción del movimiento de los cuerpos. Aplica sus conocimientos de matemáticas para encontrar relaciones entre la fuerza aplicada a un cuerpo y su cambio de velocidad. Interpreta el estado dinámico de un cuerpo en términos de la transformación de un tipo de energía mecánica en otro.	Entregar el reporte de la actividad o práctica sobre la caída libre.  Entregar el reporte de la actividad o práctica sobre el movimiento de subida y bajada de un cuerpo.	Programa de cómputo Logger Pro.  Computadora. Sensores de movimiento. Sensores de fuerza Foto compuertas. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores. Simuladores Phet	3 horas	



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

utilizados apropiadamente por los alumnos durante la toma de datos. Evaluar los procesos de aprendizaje de los alumnos	Contrasta modelos establecidos obtenidos en base a la ley de conservación de la energía mecánica total, con situaciones reales. Utiliza interfaces y software para capturar datos de posición, tiempo y fuerza, los analiza utilizando las herramientas apropiadas y encuentra relaciones funcionales entre dichos parámetros Usa el software para elaborar una animación del movimiento del cuerpo, en la cual se muestren los vectores de fuerza, cantidad de movimiento y aceleración		<a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a>  <a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a>  <a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/</a>	
---	--	--	---	--



**Unidad temática 5: ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS SISTEMAS MECÁNICOS UTILIZANDO LOS CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE LA MECÁNICA CLÁSICA**

**Objetivo de la unidad temática:**

Reconocer el movimiento de cuerpos o sistemas de dos cuerpos sobre los que actúan diversas fuerzas en términos de las leyes de Newton, de los principios de conservación de la cantidad de movimiento y de la conservación de la energía mecánica.

**Introducción:**

Contenido temático		Saberes involucrados	Producto de la unidad temática	
Temas		<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis mediante la descripción y análisis del movimiento de un sistema físico seleccionado en equipo.</li><li>• Trabaja en equipo en la realización de prácticas, tanto en la captura como en el análisis de datos y elaboración de reportes.</li><li>• Aplica el principio de conservación de la energía para interpretar el comportamiento dinámico del sistema elegido.</li><li>• Aplica las leyes de Newton en el análisis del movimiento del sistema elegido para calcular parámetros desconocidos.</li><li>• Utiliza TICS (sensores, interfaces y software) para obtener y analizar datos sobre el movimiento del sistema elegido y elaborar gráficas de posición, velocidad, aceleración, cantidad de movimiento, fuerza, energías cinéticas, energía potencial y total.</li><li>• Utiliza software para obtener relaciones entre el trabajo realizado al mover o detener un objeto y el cambio en su energía cinética y/o potencial.</li><li>• Desarrolla la capacidad de comunicación oral, a través de la exposición y defensa –argumentando en base a la aplicación de principios y leyes de la física del trabajo realizado en equipo.</li></ul>	Desarrollar una práctica -en equipos de máximo tres integrantes- correspondiente a uno de los temas de la lista y elaborar un reporte que deberá incluir: <ul style="list-style-type: none"><li>• Una pantalla animada en la que se muestren sobre la trayectoria del cuerpo los vectores de posición, velocidad, aceleración, cantidad de movimiento y fuerza aplicada sobre el cuerpo.</li><li>• Gráficas en las que se muestren la posición, velocidad y aceleración, en función del tiempo, así como sus ecuaciones.</li><li>• Gráfica de la trayectoria del cuerpo.</li><li>• Gráficas de fuerza contra posición en las que se muestre el trabajo realizado sobre el cuerpo.</li><li>• Diagramas en las que se muestre la relación entre energía cinética y potencial durante el movimiento del cuerpo.</li></ul>	
Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Asesorará a los alumnos en el análisis del sistema físico que seleccionaron.  Guiará las discusiones generadas en torno a la aplicación de los principios y conceptos físicos requeridos en el análisis del sistema físico que seleccionaron	Organizados en equipos estudiarán un sistema físico aplicando los conocimientos adquiridos en el curso acerca de la toma y análisis de datos utilizando sensores o alguna otra técnica de obtención de datos requeridos.  Aplicarán las leyes de Newton y los principios de	Reporte de la actividad realizada en equipo.  Exposición del trabajo realizado.	Programa de cómputo Logger Pro. Computadora. Sensores de movimiento. Sensores de fuerza.	3 horas



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	conservación estudiados en mecánica para explicar la dinámica del sistema seleccionado.		<p>Foto compuertas. Mesas giratorias. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores.</p> <p>Simuladores Phet:</p> <p><a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a></p> <p><a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideo analisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideo analisis/home</a></p>	
<p>Propone a los alumnos fuentes de información respecto a las actividades que deberán realizar durante sobre el desarrollo de su trabajo.</p> <p>Vigila que los sensores e interfaces sean utilizados apropiadamente por los alumnos durante la toma de datos.</p> <p>Evalúa los procesos de aprendizaje de los alumnos.</p>	<p>Elaborarán un reporte y realizarán una presentación ante sus compañeros de grupo sobre el trabajo realizado en equipo, destacando los resultados obtenidos.</p> <p>Tratarán de aclarar dudas y contestar preguntas de sus compañeros de grupo respecto al caso expuesto.</p>		<p>Programa de cómputo Logger Pro. Computadora. Sensores de movimiento. Sensores de fuerza. Foto compuertas. Mesas giratorias. Interfaces. Rieles de aire. Deslizadores. Simuladores Phet: <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulations">https://phet.colorado.edu/es/simulations</a></p> <p><a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideo analisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideo analisis/home</a></p> <p><a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratori odemecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratori odemecanica/</a></p>	3 horas



## 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

### Requerimientos de acreditación:

Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario, debe tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso. Para aprobar la Unidad de Aprendizaje el estudiante requiere una calificación mínima de 60.

### Criterios generales de evaluación:

A lo largo de la UA se elaborarán diversos reportes e informes por escrito, que deberán seguir los siguientes lineamientos básicos (más los específicos de cada trabajo):

- Entrega en tiempo
- Diseño de portada con datos de la Unidad de Aprendizaje, alumno, profesor y fecha
- El desarrollo del tema se acompañará siempre de una conclusión que rescate los principales aprendizajes. Todas las conclusiones se sustentarán en datos
- Todas las referencias se citarán adecuadamente conforme al criterio APA
- Queda estrictamente prohibido el plagio

Las presentaciones orales se evaluarán conforme a los siguientes rubros: Contenido suficiente, comprensión del contenido, dicción, volumen, apoyo visual y tiempo utilizado. Cuando se pida una presentación oral se entregará a los estudiantes una lista de elementos básicos que debe incluir.

### Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtiene los datos al realizar la actividad propuesta y calcula los parámetros solicitados.</li><li>• Resuelve los problemas planteados en la actividad y elabora el reporte correspondiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliza apropiadamente equipos de laboratorio para realizar mediciones.</li><li>• Calcula y relaciona el valor de los parámetros estadísticos utilizados en la caracterización de una serie de mediciones.</li><li>• Caracteriza una medición en relación con el instrumento con que fue realizada a través de su incertidumbre. Utiliza el histograma como herramienta para realizar una descripción gráfica de los datos de una medición.</li><li>• Interpreta los datos estadísticos obtenidos al utilizar software apropiado para tales análisis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Magnitudes básicas o fundamentales</li><li>• Mediciones de tiempo, distancia y masa.</li><li>• Unidades derivadas utilizadas en mecánica</li><li>• Incertidumbre absoluta, relativa y estadística.</li><li>• Representación gráfica de una serie de mediciones mediante un histograma utilizando un programa computacional.</li><li>• Incertidumbre de magnitudes derivadas.</li></ul>	<b>10.00%</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Realiza las actividades propuestas en las tareas, las cuales consisten en ejercicios relacionados con la ecuación de la recta y el álgebra vectorial, así como con su aplicación en la descripción del movimiento de los cuerpos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcula e interpreta el valor de los parámetros utilizados en la descripción matemática de la recta.</li><li>• Relaciona los parámetros de la recta con los parámetros físicos utilizados en la descripción del movimiento.</li><li>• Distingue el carácter escalar o vectorial de los parámetros empleados en la descripción del movimiento y utiliza las relaciones entre ellos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ecuación de la recta y su representación gráfica utilizando software.</li><li>• Suma y resta de vectores y su representación gráfica utilizando software.</li></ul>	<b>10.00%</b>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de la actividad de comparación entre valores obtenidos manualmente y los obtenidos utilizando el software, al analizar el movimiento de un cuerpo.</li> <li>• Reporte de la práctica realizada y el análisis de los datos obtenidos al compararlos con los correspondientes a un movimiento uniforme.</li> <li>• Reporte de la práctica realizada y el análisis de los datos obtenidos al compararlos con los correspondientes a un movimiento uniformemente acelerado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea herramientas matemáticas y computacionales para modelar datos obtenidos - en diversos instrumentos y en varias circunstancias- el movimiento de objetos como movimientos uniformes o uniformemente acelerados.</li> <li>• Trabaja organizado en equipos en la realización de las actividades propuestas.</li> <li>• Desarrolla la capacidad de comunicación, al debatir con sus compañeros acerca de los resultados obtenidos al realizar las actividades y prácticas establecidas.</li> <li>• Contribuye a que sus compañeros aprendan sobre los temas expuestos participando en las discusiones.</li> <li>• Concibe el aporte del estudio del movimiento en la resolución de problemas en el campo de la Ingeniería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiciones de los parámetros básicos utilizados en la descripción del movimiento: trayectoria, posición y distancia recorrida, rapidez media e instantánea, velocidad media e instantánea, aceleración media e instantánea.</li> <li>• Relación entre la rapidez instantánea y la velocidad instantánea de un cuerpo.</li> <li>• Representaciones gráficas de las componentes de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.</li> <li>• Relación entre las derivadas de las componentes de la posición de un cuerpo y las componentes de la velocidad y la aceleración de un cuerpo.</li> <li>• Relaciones entre las áreas bajo las gráficas de las componentes de la velocidad y la aceleración y los cambios en posición y velocidad de un cuerpo.</li> <li>• Relación entre las integrales definidas de las componentes de la velocidad y de la aceleración de un cuerpo y sus cambios en posición y velocidad.</li> <li>• Definición y características de las gráficas del movimiento uniforme.</li> <li>• Definición y características de las gráficas del movimiento uniformemente acelerado.</li> </ul>	<p><b>10.00%</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de tareas sobre observaciones entre los cambios de movimientos experimentados por un cuerpo y las fuerzas que sobre él actúan.</li> <li>• Reporte de una práctica en la que se empleen sensores tanto para determinar la fuerza total que actúa sobre un cuerpo y para medir su aceleración. En ella se analizan las relaciones entre fuerza, masa y aceleración del cuerpo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis a través de la descripción de varios tipos de movimiento.</li> <li>• Utiliza nuevas tecnologías (hardware y software) en el proceso de aprendizaje.</li> <li>• Aplica el cálculo diferencial e integral para encontrar relaciones entre la fuerza que actúa sobre un cuerpo y el cambio en su velocidad.</li> <li>• Relaciona la dependencia funcional de la fuerza aplicada a un cuerpo, con su observación del cambio de posición y velocidad del cuerpo.</li> <li>• Selecciona –a partir de los modelos incluidos en el software- ecuaciones apropiadas para describir la posición y velocidad de un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza como medida de la interacción entre dos cuerpos.</li> <li>• Fuerza y deformación.</li> <li>• Fuerza y aceleración.</li> <li>• Otros efectos de la fuerza en las propiedades de cuerpos relacionados con su medición.</li> <li>• Masa y cantidad de movimiento de un cuerpo.</li> <li>• Relaciones entre fuerza y movimiento.</li> <li>• Equilibrio estático y dinámico.</li> <li>• Características del movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una</li> </ul>	<p><b>10.00%</b></p>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>cuerpo sobre el que actúan fuerzas constantes o variables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla la habilidad de utilizar a las leyes de Newton como herramientas para conocer la masa de los cuerpos mediante el análisis de su movimiento y de hipótesis acerca de las fuerzas que sobre ellos actúan.</li> </ul>	<p>fuerza total constante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza dependiente de la velocidad.</li> <li>• Movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza dependiente de la posición.</li> <li>• Relaciones entre fuerza, velocidad y aceleración en un movimiento circular.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de tareas sobre la elaboración de gráficas de energía y trabajo realizado al cambiar el estado de movimiento de un cuerpo.</li> <li>• Reporte de una práctica en la que se analice el movimiento de un cuerpo en términos de la conservación de la energía mecánica total.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja en equipo en la realización de prácticas, tanto en la captura como en el análisis de datos y elaboración de reportes.</li> <li>• Desarrolla la capacidad de análisis y síntesis mediante la descripción del movimiento de los cuerpos en términos de los cambios de su energía.</li> <li>• Aplica el principio de conservación de la energía para interpretar el comportamiento dinámico de los cuerpos.</li> <li>• Utiliza TICS (sensores, interfaces y software) para obtener y analizar datos sobre el movimiento de los cuerpos y elaborar gráficas que muestren los valores de sus energías cinética, potencial y total.</li> <li>• Utiliza software para obtener relaciones entre el trabajo realizado al mover o detener un objeto y el cambio en su energía cinética y/o potencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principio del impulso y la cantidad de movimiento.</li> <li>• Principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal</li> <li>• Trabajo realizado y cambio en la energía cinética de un cuerpo.</li> <li>• Trabajo realizado y cambio en la energía potencial gravitacional de un cuerpo.</li> <li>• Trabajo y energía potencial elástica.</li> <li>• Movimiento y variación en las energías cinética y potencial de un cuerpo.</li> <li>• Condiciones para la conservación de la energía mecánica durante el movimiento.</li> <li>• Caída libre de un cuerpo y su relación con el principio de impulso y la cantidad de movimiento.</li> </ul>	10.00%

## Producto final

Descripción	Evaluación	
<p><b>Título:</b> Realización de una práctica en la que aplique las leyes de Newton sobre el movimiento, así como las leyes de la conservación de la cantidad de movimiento y la energía mecánica, en el análisis de los datos obtenidos.</p> <p><b>Objetivo:</b> Identificar los conceptos y principios básicos de la mecánica, así como las técnicas aprendidas durante el curso para desarrollar las habilidades y competencias adquiridas en el análisis del movimiento de los cuerpos.</p>	<p><b>Criterios de fondo:</b> Utiliza TICS en la toma y análisis de datos, así como las leyes de Newton y los principios de conservación de la cantidad de movimiento y de la energía mecánica, en la descripción del movimiento del sistema mecánico.</p>	<p><b>Ponderación</b></p> <p>20.00%</p>



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<b>Descripción:</b> <b>Elegir y analizar una situación o caso en la que pueda aplicar los conocimientos y técnicas aprendidas en el curso.</b> <b>Adquisición de datos, su graficación y descripción gráfica vectorial del movimiento del sistema seleccionado.</b> <b>Explicación detallada de las relaciones entre los parámetros utilizados en la descripción del sistema seleccionado.</b> <b>Resultados y conclusiones explicados en base a las leyes de Newton y los principios de conservación de la mecánica.</b>		<b>Criterios de forma:</b> Distingue con claridad los parámetros –y sus interrelaciones- utilizados en la descripción del movimiento. Puede utilizar hábilmente el software apropiado para obtener y analizar datos de cuerpos en movimiento. Elabora reportes de los resultados obtenidos y sus aplicaciones en la solución de problemas.	
<b>Otros criterios</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ponderación</b>	
Bitácora	Cuaderno pequeño en el cual se describen las actividades realizadas, dudas, procedimientos seguidos al utilizar el software o al realizar operaciones matemáticas, etc	10.00%	
Examen	Examen final diseñado por cada maestro que trata sobre la aplicación de lo aprendido durante el curso en la obtención de una ecuación de movimiento a partir de una gráfica, así como su análisis y aplicación en la solución de problemas. Solamente se permite utilizar la bitácora del alumno y calculadora.	20.00%	



## 6. REFERENCIAS Y APOYOS

### Referencias bibliográficas

#### Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Navarrete Luis, Puerto Alma, González Esperanza, Camelo Vladimir y Flores Mario.	2014	Introducción al análisis de video. Con aplicaciones al estudio del movimiento	Amate	<a href="https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home">https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home</a>
Navarrete Luis, Flores Mario.	2013	Actividades basadas en simulaciones, previas a un curso de laboratorio de mecánica		<a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/</a>
Navarrete Luis, Flores Mario.	2013	Manual de prácticas de mecánica, utilizando Logger Pro.		<a href="https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/">https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/</a>

#### Referencias complementarias

Wilson Jerry, Hernández Cecilia	2015	Physics Laboratory Experiments. Octava Edición	Cengage	
Giancoli, Douglas C.	2006	Física para Universitarios	Cengage	
Priscilla Laws, Robert Teese, Maxine Willis and Patrick Cooney	2009	Physics with video analysis	Vernier	

#### Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

##### Unidad temática 1:

Video sobre cómo utilizar el programa Logger Pro para obtener parámetros y elaborar un histograma.

Videos instruccionales sobre cómo graficar y obtener la incertidumbre de un conjunto de datos.

<https://sites.google.com/site/cursolaboratoriodemecanica/>

Programa de cómputo Logger Pro.

Computadora



**Unidad temática 2:**

Navarrete L., Puerto A., González Q., Camelo V., Flores M. (2014) Introducción al análisis de video. Con aplicaciones al estudio del movimiento. Guadalajara: Amate Editorial.

Wilson Jerry, Hernández Cecilia. (2015). Physics Laboratory Experiments. Octava Edición. Cengage Learning

Simuladores phet.colorado <https://phet.colorado.edu/es/simulations>

<https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home>

**Unidad temática 3:**

Navarrete L., Puerto A., González Q., Camelo V., Flores M. (2014) Introducción al análisis de video. Con aplicaciones al estudio del movimiento. Guadalajara: Amate Editorial.

Wilson Jerry, Hernández Cecilia. (2015). Physics Laboratory Experiments. Octava Edición. Cengage Learning

Simuladores phet.colorado <https://phet.colorado.edu/es/simulations>

<https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home>

**Unidad temática 4:**

Navarrete L., Puerto A., González Q., Camelo V., Flores M. (2014) Introducción al análisis de video. Con aplicaciones al estudio del movimiento. Guadalajara: Amate Editorial.

Bryan, J.A. (2010). Investigating the conservation of mechanical energy using video analysis: Four cases. Physics Education, 45 (1), January 20

Wilson Jerry, Hernández Cecilia. (2015). Physics Laboratory Experiments. Octava Edición. Cengage Learning

Simuladores phet.colorado <https://phet.colorado.edu/es/simulations>

<https://sites.google.com/site/mecanicavideoanalisis/home>

**Unidad temática 5:**

Navarrete L., Puerto A., González Q., Camelo V., Flores M. (2014) Introducción al análisis de video. Con aplicaciones al estudio del movimiento. Guadalajara: Amate Editorial.

Bryan, J.A. (2010). Investigating the conservation of mechanical energy using video analysis: Four cases. Physics Education, 45 (1), January 20

Wilson Jerry, Hernández Cecilia. (2015). Physics Laboratory Experiments. Octava Edición. Cengage Learning

Simuladores phet.colorado.