

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)

Resumen de la Unidad:	En esta unidad, el estudiante investigará y comprenderá diferentes tipos de movimientos y los explicará de forma verbal, gráfica y matemática. Entenderá con profundidad los diagramas de cuerpo libre y cómo aplicarlos a los tipos de movimiento. El estudiante analizará también, las fuerzas que actúan sobre un objeto en movimiento a través del uso de vectores.
Conceptos transversales e ideas fundamentales:	<ul style="list-style-type: none"> • Patrones • Causa y efecto • Escala, proporción y cantidad • Sistemas y modelos de sistemas • Energía y materia • Estructura y función • Estabilidad y cambio • Ética y valores en las ciencias
Integración de las ciencias, la ingeniería, la tecnología y la sociedad con la naturaleza:	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento científico se basa en evidencia empírica. • El conocimiento científico sigue un orden natural y consistente. • Los modelos, leyes, mecanismos y teorías científicas explican los fenómenos naturales. • La Ciencia es una actividad intrínseca del ser humano. • La Ciencia, la ingeniería y la tecnología influyen en el ser humano, la sociedad y en el mundo natural. • Las ciencias, la ingeniería y la tecnología son interdependientes. • Las investigaciones científicas usan métodos variados.

Preguntas Esenciales (PE) y Comprensión Duradera (CD)

PE1 ¿Cuál es la mejor manera para describir el movimiento?

CD1 El movimiento se describe en términos de desplazamiento, dirección y tiempo.

PE2 ¿Qué es y para qué se usa un vector?

CD2 Todo movimiento tiene un marco de referencia que se representa a través de su magnitud, dirección, y sentido.

PE3 ¿Por qué la magnitud de un vector es siempre un número positivo?

CD3 El movimiento representa cambio continuo en la posición de un objeto.

PE4 ¿Cuáles son las causas del movimiento?

CD4 Las fuerzas no balanceadas provocan cambios en el movimiento de un objeto.



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

Objetivos de Transferencia (T) y Adquisición (A)

T1. Al terminar la unidad, el estudiante utilizará sus conocimientos sobre el movimiento y cómo describirlo de varias maneras para poder tomar decisiones informadas sobre la ruta más corta entre dos, puntos y explicar por qué hay limitaciones en la distancia que un proyectil puede viajar.

El estudiante adquiere destrezas para...

A1. Describir los distintos tipos de movimiento verbal, gráfica y matemáticamente por medio de puntos de referencia.

A2. Comparar el movimiento de las partículas de los sólidos, líquidos, gases y plasma a nivel microscópico y relacionar sus propiedades con sus estructuras.

A3. Representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo usando un diagrama de cuerpo libre y establecer su conexión con las leyes del movimiento de Newton.

A4. Representar a través de vectores y calcular la magnitud, dirección y sentido de diferentes cantidades vectoriales, tales como el desplazamiento, la velocidad, la aceleración y la fuerza.

A5. Representar y describir gráfica y matemáticamente el movimiento de un proyectil y de un objeto sobre un plano inclinado.

A6. Establecer conexiones entre lo que se estudia en la clase de física y las actividades de la vida diaria, como por ejemplo, las bolsas de aire (airbags) de los automóviles, la luz en las casas, o las máquinas de la feria.

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

Los Estándares de Puerto Rico (PRCS)	
Estándar(es):	Interacciones y energía
Área de Dominio:	Fuerzas e interacciones
Expectativa:	F.CF2: Movimiento y estabilidad: Fuerzas e interacciones
<p>Fuerza y movimiento: La segunda ley de Newton predice con exactitud los cambios en movimiento de los objetos macroscópicos, pero requiere revisión en cuanto a las escalas subatómicas o a velocidades que se acercan a la velocidad de la luz. Se define el <i>momentum</i> para un marco de referencia particular como la cantidad de masa multiplicada por la velocidad del objeto. En cualquier sistema, el <i>momentum</i> total siempre se conserva. Si un sistema interactúa con objetos fuera de sí mismo, el <i>momentum</i> total del sistema puede cambiar; sin embargo, estos cambios se balancean con los cambios en el <i>momentum</i> de los objetos fuera del sistema.</p> <p>Tipos de interacciones: La ley de gravitación universal de Newton y la Ley de Coulomb ofrecen los modelos matemáticos para describir y predecir los efectos de las fuerzas gravitacionales y electrostáticas entre objetos distantes. Las fuerzas a largo alcance se pueden explicar a través de campos que permean el espacio y que pueden transferir energía a través del espacio. Tanto los imanes como los campos eléctricos cambiantes causan campos magnéticos; los campos magnéticos cambiantes causan corrientes eléctricas. Las fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas a escala atómica explican la estructura, las propiedades y las transformaciones de la materia, así como las fuerzas de contacto entre los materiales. Las interacciones nucleares fuertes y débiles dentro del núcleo del átomo son importantes, por ejemplo, determinan los patrones de estabilidad de los isótopos y qué tipo de declives ocurren en los isótopos inestables.</p> <p>Estabilidad e inestabilidad en los sistemas físicos: Los sistemas suelen cambiar de forma predecible. Comprender las fuerzas que impulsan las transformaciones y los ciclos dentro de un sistema, así como las fuerzas impuestas sobre el sistema desde el exterior, ayuda a predecir su comportamiento bajo distintas condiciones. Cuando un sistema se compone de un gran número de piezas, resulta más difícil hacer predicciones precisas sobre su futuro. En estos casos, se suelen predecir propiedades y conductas promedio, más no los detalles de éstas. Los sistemas pueden evolucionar de forma impredecible cuando el resultado depende de la condición inicial y esta no puede describirse con suficiente precisión para distinguir entre distintos resultados posibles.</p>	
Estándar(es):	Diseño para ingeniería
Área de Dominio:	Diseño para ingeniería
Expectativa:	F.IT1: Diseño para ingeniería
<p>Definir y delimitar problemas de ingeniería: Los criterios y limitaciones también incluyen el satisfacer los requerimientos establecidos por la sociedad, como tomar en cuenta la reducción de riesgos, se deben cuantificar en la medida en que sea posible y plantearlos de manera que se pueda determinar si un diseño cumple con esos criterios y limitaciones. La humanidad se enfrenta a grandes retos globales en la actualidad, como la necesidad de reservas de agua limpia y alimento, o de fuentes de energía que minimicen la contaminación; retos que se pueden atender a través de la ingeniería. Estos retos globales también se pueden manifestar en comunidades locales.</p> <p>Desarrollar posibles soluciones: Cuando se evalúan soluciones, es importante considerar un conjunto de aspectos, como la seguridad, confiabilidad, costo, beneficios y estética, y también los impactos sociales, culturales, y ambientales. Tanto los modelos físicos, las computadoras y las matemáticas se pueden usar de varias maneras para ayudar en el proceso de diseño para la ingeniería. Las computadoras resultan útiles para muchos propósitos, como hacer simulaciones para probar distintas soluciones posibles a un problema, para determinar cuál de estas es más eficiente o económica, o para hacer una presentación persuasiva a un cliente acerca de cómo un diseño puede satisfacer sus necesidades.</p> <p>Optimizar la solución de diseño: Puede que los criterios requieran simplificarse para un acercamiento sistemático y que se necesite tomar decisiones acerca de la prioridad de algunos criterios sobre otros (intercambios).</p>	

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

Indicadores:	
Interacciones y energía	
ES.F.CF2.IE.1	Diseña un modelo para explicar el movimiento en una dimensión a través de la descripción verbal, gráfica y matemática. <i>El énfasis es en la descripción del movimiento a través de los conceptos: distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración. Se integrará el uso de las unidades del Sistema Internacional de Medidas y sus conversiones, las cifras significativas, la notación científica y despejar ecuaciones matemáticas.</i>
ES.F.CF2.IE.2	Identifica y describe las cuatro fuerzas fundamentales en la vida diaria: interacción nuclear fuerte, interacción nuclear débil, gravedad y electromagnetismo.
ES.F.CF2.IE.3	Utiliza el conocimiento sobre las distintas leyes del movimiento para aplicarlas en la solución de problemas en la vida diaria. <i>El énfasis está en las leyes de Newton, Coulomb, y Kepler.</i>
ES.F.CF2.IE.4	Utiliza la segunda ley del movimiento de Newton al describir la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración. <i>Ejemplos de datos pueden incluir tablas o gráficas de posición o velocidad como función de tiempo para objetos sujetos a una fuerza neta no balanceada, como un objeto en caída libre, un objeto rodando por una rampa o un objeto en movimiento halado por una fuerza constante.</i>
ES.F.CF2.IE.7	Utiliza representaciones matemáticas para describir el movimiento en dos dimensiones y el equilibrio de fuerzas con vectores. Representa y calcula la magnitud y dirección de cantidades vectoriales por métodos gráficos y matemáticos aplicando las funciones trigonométricas básicas. <i>Se incluye el movimiento de proyectiles y el plano inclinado.</i>
ES.F.CF2.IE.9	Aplica ideas científicas y de ingeniería para diseñar y evaluar un aparato que minimice la fuerza sobre un objeto macroscópico durante un choque. <i>Los ejemplos pueden incluir un casco o un paracaídas.</i>
Diseño para ingeniería	
ES.F.IT1.IT.1	Identifica una posible solución a un problema real y complejo, dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver usando conocimientos de ingeniería.
ES.F.IT1.IT.2	Evalúa una solución a un problema real y complejo a base de criterios como costo, beneficio, seguridad, confiabilidad y consideraciones estéticas, así como posibles impactos sociales, culturales y ambientales.
ES.F.IT1.IT.3	Utiliza los medios tecnológicos a su alcance para diseñar prototipos, modelos y alternativas para solucionar problemas de la vida diaria u optimizar la utilidad de modelos ya existentes.
ES.F.IT1.IT.4	Explica el funcionamiento y la utilidad de modelos diseñados para solucionar problemas de la vida diaria.
ES.F.IT1.IT.5	Identifica las limitaciones de diseños desarrollados para soluciones que toman en cuenta los deseos y necesidades de la sociedad.
Procesos y destrezas (PD):	
PD1	Formula preguntas y define problemas: El estudiante formula, refina y evalúa preguntas que pueden probarse empíricamente y define problemas usando modelos y simulaciones. Se evalúan las preguntas que retan la premisa de un argumento, basado en la interpretación de un conjunto de datos o la pertinencia de un diseño. Se analizan problemas complejos de la vida real especificando las limitaciones y criterios para soluciones exitosas.
PD2	Desarrolla y usa modelos: El estudiante usa, sintetiza y desarrolla modelos para predecir y demostrar las relaciones entre variables en los sistemas y sus componentes en los mundos naturales y artificiales. Desarrolla un modelo a base de evidencias para ilustrar las relaciones entre sistemas y sus componentes.



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

PD4	Analiza e interpreta datos: El estudiante integra un análisis estadístico más detallado, donde la comparación de los datos se utiliza para buscar consistencia, y los modelos se usan para generar y analizar los mismos. Los datos se analizan usando herramientas, tecnologías y modelos (computacionales o matemáticos) para formular argumentos científicos válidos y confiables.
PD5	Usa pensamiento matemático y computacional: El estudiante utiliza el pensamiento matemático y herramientas de computación para el análisis estadístico, y para representar y hacer modelos de los datos. Se realizan y se usan programados simples, a partir de modelos matemáticos, para representar un fenómeno, aparato diseñado, proceso o sistema; para apoyar las aseveraciones; o para predecir los efectos de una solución de diseño sobre un sistema, o las interacciones entre sistemas.
PD6	Propone explicaciones y diseña soluciones: El estudiante apoya las explicaciones y diseños con múltiples fuentes de evidencia, consistentes con las ideas, principios y teorías científicas. Se construyen y revisan las explicaciones a partir de evidencia válida y confiable, obtenida de fuentes diversas. El estudiante diseña, evalúa o refina una solución a un problema complejo de la vida real a base de conocimiento científico.



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)		ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)	
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF2.IE.1 ES.F.IT1.IT.4</p> <p>PD: PD2 PD4 PD5 PD6</p> <p>PE/CD: PE1/CD1 PE2/CD2 PE3/CD3</p> <p>T/A: A1 A4</p>	<ul style="list-style-type: none"> Describe el movimiento de un cuerpo al utilizar diagramas, puntos de referencia, y vectores. Compara los conceptos distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad, aceleración y caída libre. 	<ul style="list-style-type: none"> Aceleración Aceleración de la gravedad Caída libre Desplazamiento Dirección Distancia Escarlar Magnitud Punto de referencia Rapidez Resultante Sentido Vector Velocidad promedio 	<p>Ponerle la cola al vector</p> <ul style="list-style-type: none"> En esta tarea de desempeño, los estudiantes forman grupos de cuatro para competir en una carrera de obstáculos con los ojos vendados, para ponerle la cola al vector al final de su carril. Se pueden acomodar varios carriles de obstáculos para que varios grupos de estudiantes puedan participar al mismo tiempo. Cada grupo consiste de un estudiante que se desplazará a través de los obstáculos con los ojos vendados sin chocar, un segundo estudiante que indica las instrucciones (direcciones y puntos de referencia) sobre cómo evadir los obstáculos, un tercer estudiante que anota la ruta recorrida, y un cuarto estudiante que debe sabotear al equipo oponente reagrupando ocasionalmente los obstáculos del otro carril. Cuando uno de los estudiantes llegue a la meta exitosamente y coloque la cola al vector al final su carril con los 	<p>Hoja de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes completarán la hoja de trabajo sobre vectores (ver anejo “F.2 Otra evidencia – Hoja de trabajo de vectores”). <p>Diario del estudiante</p> <ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes escriban instrucciones con una serie de puntos de referencia para que otro compañero las siga y localice un objeto dentro de la escuela o el salón. <p>Organizador gráfico</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes crearán un organizador gráfico para comparar y contrastar la velocidad y la aceleración de un movimiento horizontal, con la caída libre. <p>Problemas de física</p> <ul style="list-style-type: none"> Dado el siguiente escenario, haga que los estudiantes expliquen en sus diarios cómo se puede determinar tres velocidades diferentes: El estudiante está parado en la parte trasera de un 	<p>La física expresada de múltiples formas</p> <ul style="list-style-type: none"> Usando las cantidades vectoriales A (el hogar del estudiante), B (la biblioteca o el supermercado), y C (el hogar de un amigo), pídale a los estudiantes que ilustren la magnitud, dirección y sentido de los 3 vectores y que muestren mediante suma de vectores por el método gráfico y matemático cómo viajaría de A a B, y luego de A a C. Los estudiantes utilizan las palabras posición, desplazamiento, distancia, tiempo, rapidez, velocidad y aceleración, para escribir una historia que describa el movimiento de un juguete de manera que estudiantes de 4to y 5to grado lo puedan entender. Los estudiantes deben hacer una tabla con una columna para identificar cantidades escalares y otra para cantidades vectoriales y luego añadir los siguientes conceptos en la columna indicada (distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad, aceleración).



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			<p>ojos vendados, el grupo debe analizar la ruta recorrida dibujando un diagrama de vectores a escala (de punta a punta) para representar la ruta recorrida y comparar este valor (distancia recorrida, cantidad escalar) al desplazamiento resultante (cantidad vectorial), medida desde un extremo del primer vector al extremo opuesto del vector final).</p> <ul style="list-style-type: none"> El maestro puede evaluar la comparación correcta entre distancia y desplazamiento, según descrita anteriormente, incluyendo el uso adecuado de las unidades. <p><i>Nociones sobre el movimiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> En esta tarea de desempeño, los estudiantes usarán carros dinámicos o de juguete, patinetas y objetos que caen para relatar lo que han aprendido sobre el movimiento en situaciones específicas. Los estudiantes llevarán a cabo investigaciones para explicar cómo la velocidad y la aceleración son conceptos diferentes mediante la ejecución de investigaciones similares que 	<p>autobús escolar en movimiento, arrojando bolas de papel hacia el frente del autobús a 15 m/s.</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante el uso del teorema de Pitágoras y la suma de vectores, determine la velocidad y la dirección de una lancha de motor que viaja a 4 m/s en dirección Este, si la corriente del río se mueve en dirección Norte a 3 m/s. Asegúrese de incluir un dibujo de sus cálculos (ver la sección “Recursos adicionales”). 	<p><i>Movimiento en una dimensión</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Provea diferentes diagramas de movimiento para que los estudiantes describan el movimiento que se muestra y determinen si el objeto está en reposo, o si se mueve con velocidad uniforme o aceleración uniforme. Asigne a los estudiantes distintos problemas verbales para calcular y graficar la velocidad, aceleración y desplazamiento de objetos que se mueven en una dimensión (movimiento en línea recta). Ofrezca a los estudiantes una tabla de datos para representar el cambio de posición de un objeto (que se mueve en una dimensión) a través del tiempo. Pídales que calculen y hagan una gráfica de desplazamiento versus tiempo (pendiente = velocidad), una segunda gráfica de velocidad versus tiempo (pendiente = aceleración), y una tercera gráfica de aceleración versus tiempo. Los estudiantes deben prestar atención a la relación entre estas tres líneas, incluyendo la información representada por las pendientes. Los estudiantes preparan un plegable en el que escriben las ecuaciones matemáticas del movimiento en una dimensión (horizontal y caída libre),
--	--	--	--	---	--



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			<p>demuestren que la aceleración de un cuerpo en una caída libre es 9.8 m/s^2. Los estudiantes deberán asegurarse de usar controles en sus experimentos, de usar más de una altura para dejar caer el objeto, y de hacer varios intentos para probar que los resultados sean similares, sin importar la altura desde la cual lanzan el objeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A medida que llevan a cabo sus investigaciones, el resto de los estudiantes de la clase tomarán notas sobre los tipos de movimientos representados y harán preguntas para clarificar cualquier idea equivocada que pudieran tener. Durante su investigación, los estudiantes deberán cambiar la magnitud de la fuerza, o la masa del carro (o ambas) y analizar el movimiento. En las investigaciones de caída libre, los estudiantes deberán considerar el uso de una variedad de objetos con formas similares y diferentes, masas similares y diferentes, etc. • El maestro usará la rúbrica adjunta para evaluar las investigaciones de los estudiantes (ver anejo “F.2 Tarea 		<p>para qué se utiliza y un ejemplo en el que se aplica cada una de esas ecuaciones. También pueden incluir gráficas, diagramas o ilustraciones.</p> <p><i>Ejemplo 1 para planes de la lección: Vectores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise el mapa de Puerto Rico (ver anejo “F.2 Ejemplo para plan de lección – Vectores”). Los estudiantes deben determinar la magnitud y dirección de los siguientes viajes tomando como punto de origen la primera ciudad indicada y el ángulo medido en sentido contrario de las manecillas del reloj desde el Este (0°). Tomarán como escala que $1 \text{ cm} = 20 \text{ km}$. Usarán una regla y un transportador para medir la distancia y el ángulo entre las ciudades: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fajardo a Guayama ○ San Juan a Ponce ○ Mayagüez a Caguas ○ Aguadilla a Bayamón • Todas las direcciones se han expresado usando el sentido contrario a las manecillas del reloj, desde el este. Para cada resultante, use las funciones seno, coseno y tangente para determinar los componentes horizontales y verticales del desplazamiento. Asegúrese de indicar E, O, N o S como la dirección de cada componente (ver
--	--	--	---	--	---



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			de desempeño – Rúbrica para evaluar movimiento”).		la sección “Recursos adicionales”).
--	--	--	---	--	-------------------------------------



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF2.IE.2 ES.F.IT1.IT.5</p> <p>PD: PD2 PD4 PD5 PD6</p> <p>PE/CD: PE4/CD4</p> <p>T/A: A3 A4</p>	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las cuatro fuerzas fundamentales, y el ambiente en el que se puede observar cada una. Define operacionalmente diversos tipos de fuerza, tales como fricción, fuerza normal, fuerza de empuje, fuerza de tensión y peso. 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de cuerpo libre Electromagnetismo Fricción Fuerza balanceada Fuerza neta Fuerza no balanceada Fuerza normal Fuerza nuclear fuerte Gravedad Interacción nuclear débil Masa Peso Principio de Bernoulli Tensión 	<p>La fricción como fuerza</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta tarea de desempeño puede llevarse a cabo mientras los estudiantes estudian las fuerzas, o como una actividad culminante luego de estudiar la fricción. Los estudiantes llevarán a cabo una serie de investigaciones donde observarán qué variables afectan a la fuerza de fricción (ver anejo “F.2 Tarea de desempeño – Fricción”). El maestro evaluará a los estudiantes pidiéndoles que respondan en sus diarios de ciencia las siguientes preguntas. Junto con las respuestas escritas, los estudiantes dibujarán diagramas vectoriales para ayudarse a contestar las preguntas: <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué sucede con la magnitud de la fuerza de fricción si duplicas el peso al colocar un bloque sobre otro y manteniendo constante el área de la superficie? 	<p>Afiche</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes desarrollarán un afiche que muestre objetos que son afectados por una de las cuatro fuerzas fundamentales. El afiche debe tener por lo menos 3 ejemplos, indicar si actúan por contacto o a distancia, e incluir el diagrama de cuerpo libre de las fuerzas. <p>Muro de palabras</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes crearán un mural de palabras con términos e ilustraciones relacionados a la fuerza, tales como: fuerza de fricción, fuerza de tensión, fuerza normal, masa, Newton, peso, fuerza neta, equilibrio, gravedad, fuerza horizontal y vertical. <p>Organizador gráfico</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes crearán un organizador gráfico mediante una tabla T (o un diagrama de dos columnas) que compare la masa con el peso. 	<p>Masa y peso</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilice un dinamómetro y varias masas distintas para que los estudiantes midan el peso de las mismas en el dinamómetro. Deben preparar una tabla donde anoten la masa y el peso que leen en el dinamómetro. Deben establecer la razón matemática entre el peso y la masa para obtener el valor de g (constante de la aceleración de gravedad) por medio de la ecuación $g = w/m$. Provea ejercicios matemáticos para que los estudiantes calculen peso y masa con la ecuación $w = mg$. Utilice diferentes fotografías o imágenes de astronautas en el espacio o en lugares con gravedad = 0 para que los estudiantes expliquen la diferencia entre los conceptos masa y peso. <p>Tipos de fuerzas</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes describen los diferentes tipos de fuerzas (fricción, tensión, normal, peso, gravedad, aplicada, neta, balanceada, no



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué sucede con la magnitud de la fuerza de fricción si mantienes la masa igual, pero duplicas el área de la superficie? ¿Qué sucede con la magnitud de la fuerza de fricción si duplicas el área de la superficie y duplicas la masa? ¿Cómo afecta el tipo de superficie a la fuerza de fricción? (ver la sección “Recursos adicionales”) 	<p>Boleto de salida: Fuerzas</p> <ul style="list-style-type: none"> Provea las siguientes preguntas a los estudiantes para que las respondan en un boleto de salida: <ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué se construyen las represas (ejemplo Represa Carraízo o La Plata) de manera que son más gruesas en su parte inferior que en la parte superior? ¿Qué ecuaciones matemáticas pueden utilizarse para apoyar esta conclusión? ¿Qué fuerza fundamental es responsable por la energía solar? camión de arrastre de 18 ruedas. 	<p>balanceada, restauradora, resistencia del aire) por medio de dibujos y proveen una explicación de los efectos de las mismas. Los dibujos pueden ser parte de un afiche o un librito de tirillas cómicas.</p>
ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF2.IE.2 ES.F.CF2.IE.3 ES.F.CF2.IE.4 ES.F.IT1.IT.2 ES.F.IT1.IT.3</p> <p>PD:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analiza la magnitud y la dirección de una fuerza neta. Evalúa las aplicaciones de las leyes del 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de cuerpo libre Fuerza Fuerza aplicada Fuerza balanceada Fuerza de 	<p>Es Newton</p> <ul style="list-style-type: none"> En esta tarea de desempeño los estudiantes trabajan en grupos de 3-4 para diseñar un artefacto que demuestre la aplicación de las leyes del movimiento de Newton (primera, segunda, tercera). 	<p>Competencia de fuerzas</p> <ul style="list-style-type: none"> Divida la clase en cuatro equipos para participar en una competencia de los distintos tipos de fuerzas. Tres de los equipos deben competir entre ellos. El equipo restante será responsable de diseñar y hacer 	<p>Dirección de las fuerzas</p> <ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes dibujen diagramas de cuerpo libre de las fuerzas que actúan sus libros de texto sobre sus escritorios y luego un diagrama de cuerpo libre del libro cuando es halado a través de la mesa.



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

<p>PD1 PD2 PD4 PD5 PD6</p> <p>PE/CD: PE2/CD2 PE3/CD3 PE4/CD4</p> <p>T/A: A3 A4 A6</p>	<p>movimiento de Newton (primera, segunda y tercera) en situaciones de la vida cotidiana.</p> <ul style="list-style-type: none"> Examina diversas situaciones en las que las fuerzas están en equilibrio. Diseña objetos de seguridad para la vida diaria a partir de su comprensión sobre cómo actúan las fuerzas. 	<p>fricción</p> <ul style="list-style-type: none"> Fuerza de resistencia del aire Fuerza de tensión Fuerza gravitacional Fuerza neta Fuerza no balanceada Fuerza normal Inercia Primera ley del movimiento de Newton (Ley de Inercia) Segunda ley del movimiento de Newton ($F=ma$) Tercera ley del movimiento de Newton (par de fuerzas de acción y reacción) 	<p>Deben demostrar el funcionamiento del artefacto en clase y explicar cuál(es) leyes de Newton se demuestran en su funcionamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> El maestro puede evaluar los diseños de los artefactos construidos por los estudiantes a base del funcionamiento y la aplicación de las leyes de Newton. 	<p>preguntas, verificar las respuestas correctas, y anotar las puntuaciones. Los equipos que compitan deben tomar turnos para responder a preguntas dentro de un marco de tiempo específico acerca de las distintas fuerzas que actúan sobre un objeto. Los miembros del equipo deben llegar a un consenso. Si responden de forma incorrecta, el equipo oponente puede responder a la pregunta para anotar más puntos.</p> <p>Mapa de conceptos</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes crean un mapa de conceptos para mostrar cómo las tres leyes del movimiento de Newton se relacionan entre sí y cómo sirven para explicar las causas y las propiedades de distintas formas de movimiento. <p>Prueba</p> <ul style="list-style-type: none"> Evalúe a los estudiantes con una prueba sobre las tres leyes de Newton (ver anejo “F.2 Otra evidencia – Prueba sobre las leyes de Newton”). <p>Diario reflexivo de Ciencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes reescriban las tres leyes del 	<ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes creen un diagrama de cuerpo libre de un objeto que está en equilibrio, como una bolsa de azúcar que se alza a una velocidad constante, y haga que dibujen la magnitud, dirección y la suma de las fuerzas para todos los vectores. Un estudiante tiene un accidente intentando bajar su bola de boliche de la tablilla más alta de su armario. Dibuja un diagrama de cuerpo libre para representar una bola de boliche con una masa de 10 kg cayendo directamente al suelo desde una tablilla a 2.5 m sobre el piso. <p>Leyes de Newton</p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que piensen en varios artefactos de seguridad automovilística y cómo estos funcionan al aplicar la Primera ley del movimiento de Newton (Ley de inercia). Luego deben diseñar un artefacto que ayude a contrarrestar el efecto de la inercia en un objeto frágil que viaje en un automóvil. Asigne a los estudiantes varios problemas verbales de física que involucren la aplicación de la Tercera ley de Newton, o situaciones relacionadas para que las expliquen aplicando esa ley.
---	---	---	--	---	--



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

				<p>movimiento usando analogías de deportes para explicar cada una.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes evaluarán las siguientes preguntas para mostrar su comprensión de las leyes de Newton. ¿Cómo se relacionan las acciones y las reacciones de un sistema en movimiento a las fuerzas y la aceleración? Su marco de referencia deberá ser el satélite Swift de la NASA (ver enlace en Recursos adicionales). El maestro deberá hacer una copia de los afiches para usarlos junto con la lección (ver enlace en Recursos adicionales).• Los estudiantes participan en una carrera de cuchara con agua al estilo antiguo. Divida a la clase en varios equipos, con la misma cantidad de estudiantes mirándose frente a frente en dos líneas paralelas en lados opuestos del salón (o afuera). La carrera da inicio con un miembro de cada equipo y una cuchara grande llena de agua. Él o ella deben cruzar corriendo el salón y pasar la cuchara con agua al próximo jugador de su equipo, quien debe cruzar el salón nuevamente con la cuchara; la meta es no derramar el agua y observar cuándo el agua “no coopera”. Se deben realizar suficientes carreras para que todos los estudiantes tengan la oportunidad de participar por lo menos una vez. Los estudiantes deben
--	--	--	--	--	--



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

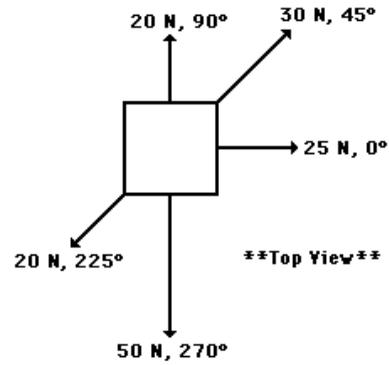
6 semanas de instrucción

					<p>poder relacionar su éxito o fracaso al derramar o no el agua con las leyes de movimiento de Newton. Deben expresar sus conclusiones verbalmente, a través de diagramas de cuerpo libre, y matemáticamente, prestando atención a cualquier limitación para una descripción completa de las fuerzas a partir de cantidades que no se pueden medir fácilmente (como la aceleración).</p> <p><i>El equilibrio en relación con las fuerzas</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Haga que los estudiantes dibujen diagramas vectoriales de dos situaciones donde dos fuerzas se combinan y su suma es 0. Usando una de esas situaciones, pídale a los estudiantes que dibujen un tercer diagrama donde las fuerzas no sean igual a cero.• Mediante el uso de diagramas de cuerpo libre, haga que los estudiantes calculen la fuerza de tensión para el siguiente problema: Un letrero de 168N se sostiene en una posición inmóvil por dos sogas, cada una formando un ángulo de 22.5° con el horizonte. ¿Cuál es la tensión de las sogas? <p><i>Ejemplo 2 para planes de la lección: Fuerzas</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Un grupo de cinco estudiantes está
--	--	--	--	--	--

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

					<p>ejerciendo cinco fuerzas diferentes sobre una roca grande de 500 kg. En el diagrama a continuación se muestra una imagen desde arriba de la magnitud y la dirección de cada una de las fuerzas individuales. Se utiliza el sentido opuesto a las manecillas del reloj para indicar la dirección de cada vector de fuerza. Recuerde que la situación es vista desde arriba y por lo tanto, no muestra ni la fuerza gravitacional ni la fuerza normal. Se puede suponer que la fuerza gravitacional y la normal se balancean mutuamente. Use un diagrama vectorial a escala para determinar la fuerza neta que actúa sobre la roca. Luego, calcule la aceleración de la roca (tanto magnitud y dirección; ver la sección "Recursos adicionales").</p> 
--	--	--	--	--	--



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF2.IE.1 ES.F.CF2.IE.7 ES.F.CF2.IE.9 ES.F.IT1.IT.1 ES.F.IT1.IT.2 ES.F.IT1.IT.3 ES.F.IT1.IT.4 ES.F.IT1.IT.5</p> <p>PD: PD2 PD4 PD5 PD6</p> <p>PE/CD: PE1/CD1 PE2/CD2</p> <p>T/A: A1 A5 A6</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analiza el movimiento de objetos en planos inclinados y de los proyectiles (movimiento en dos dimensiones). 	<ul style="list-style-type: none"> Caída libre Plano Inclinado Proyectil 	<p><i>Reto del lanzador de proyectiles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> En esta tarea de desempeño, los estudiantes trabajarán en grupos cooperativos de 3 o 4 y construirán un lanzador de proyectiles. El maestro les dará instrucciones específicas, como la altura que debe alcanzar el proyectil, el ángulo en el que será lanzado, y cuán lejos (alcance) puede ser lanzado, a base del lugar donde se probará el lanzador (dentro del salón, en una cancha bajo techo, o en el exterior). Los estudiantes recibirán la rúbrica de evaluación antes de que comiencen la investigación para que conozcan los criterios de la misma. Ellos deberán determinar la velocidad de lanzamiento del lanzador de proyectiles con cualquier método de su preferencia. Entonces, deberán predecir la posición final (alcance) de un proyectil lanzado en un ángulo dado (asignado por el maestro) desde el lanzador, 	<p><i>Afiche</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes trabajan en pares y crearán afiches, que muestren los peligros asociados con lanzar cualquier tipo de proyectiles, especialmente objetos como rocas, huevos, bombas de agua, etc. Se les requerirá a los estudiantes que muestren los cálculos matemáticos para verificar su entendimiento de la trayectoria de un proyectil y la posición de aterrizaje. 	<p><i>Descripciones de movimientos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes creen folletos sobre el movimiento en dos dimensiones que contengan los términos más comunes relativos al mismo, así como diagramas, fotografías o imágenes y fórmulas que ayuden a explicar los conceptos. Estos folletos pueden usarse como guías de estudio a lo largo de la unidad. Con una rampa y un balón de rodamiento o canicas, los estudiantes diseñan un método para hacer que un objeto esférico baje por una rampa hasta llegar al piso a una distancia específica. El maestro pondrá un blanco en el piso (este puede ser dibujado con tiza o el maestro puede imprimir una imagen de un blanco y pegarlo con cinta en el piso), al cual los estudiantes deberán apuntar y acertar con las canicas. Los estudiantes comparan la trayectoria de una bala que se dispara horizontalmente con una pistola, con la trayectoria de una bala que se deja caer desde la misma altura (elija un valor). Asumen que la velocidad de



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			<p>para que acierte en un blanco. El maestro evaluará a los estudiantes mediante el uso de la rúbrica adjunta (ver anejo "F.2 Tarea de desempeño – Rúbrica para evaluar el diseño de un proyectil").</p>		<p>disparo de la bala es de 686 metros por cada segundo (m/s). Construirán una gráfica del cambio progresivo en la posición vertical y horizontal de la bala a través del tiempo en cada situación, y calculan el tiempo de vuelo, velocidad del impacto vertical (velocidad final), y el alcance horizontal para cada situación. ¿Cómo se comparan? ¿Cómo se puede explicar las observaciones aplicando las leyes del movimiento? ¿Son los resultados, lo que se esperaba?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resolver problemas verbales para aplicar las leyes de Newton al movimiento de objetos sobre un plano inclinado y al movimiento de masas en poleas.
--	--	--	--	--	--



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF2.IE.1</p> <p>PD: PD2 PD4 PD6</p> <p>PE/CD: PE1/CD1 PE4/CD4</p> <p>T/A: A1 A2 A6</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analiza el efecto de la temperatura en el movimiento de la materia al nivel molecular. 	<ul style="list-style-type: none"> Condensación Contracción Evaporación Modelo cinético molecular 	<p><i>Para obtener descripciones completas, favor de ver la sección "Tareas de desempeño" al final de este mapa.</i></p> <p>Los estados de la materia y la temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta tarea de desempeño ofrece la oportunidad de evaluar la comprensión del estudiante sobre los estados de la materia y el papel que juega la temperatura. Enseñe a los estudiantes a anotar sus observaciones en un informe de laboratorio y explique las observaciones a nivel molecular. Los informes deben explicar la razón de la expansión del agua al congelarse (red hexagonal abierta de cristales de hielo) en contraste con la contracción de la mayoría de las sustancias cuando se congelan y la expansión que resulta al calentarlas. Se puede dar crédito adicional a los estudiantes que hagan observaciones correctas sobre las relaciones entre presión, 	<p>Pastel de agua</p> <ul style="list-style-type: none"> Dibuja una gráfica circular dividida en tres sectores, uno para representar el agua en estado sólido, otra en estado líquido y la tercera en estado gaseoso. Indica los rangos de temperatura que aplican para el agua en estos tres estados. Ilustra el comportamiento (movimiento) de las moléculas del agua en cada uno de los tres estados, incluyendo las distancias y las fuerzas intermoleculares. 	<p>Movimiento de las partículas</p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que hagan modelos del movimiento de las partículas en los sólidos, líquidos, gases y plasma, usando objetos del hogar como estuches plásticos de CDs y granos de arroz o bolines. Los estudiantes deben explicar sus modelos en voz alta al resto de la clase y destacar la diferencia en el movimiento de las partículas en cada estado de la materia. Los estudiantes escriben en sus libretas una explicación sobre cómo un aparato de anillo y bola sirve para mostrar la contracción y expansión de los sólidos. Explicar a nivel molecular y a nivel macroscópico cómo la ignición de la pólvora dentro de un rifle resulta en el movimiento hacia adelante de una bala (movimiento de un proyectil), y el movimiento de retroceso del arma. Relacione estos fenómenos a los efectos de la temperatura sobre la materia. Explique también la relación con la Tercera ley de movimiento de Newton. Explique las fuerzas



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

			volumen y temperatura (PVT) que se aplican en las leyes de los gases, extendiendo estos principios a sus observaciones sobre los sólidos y líquidos (ver más detalles al final del mapa).		involucradas. <ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes deben investigar y explicar cómo funciona un termostato. Pueden usar diagramas e ilustraciones para su explicación.
--	--	--	---	--	---

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)

Conexiones a la literatura sugeridas

- **John Gribbin**
 - *Get a Grip on Physics*
- **Daniel A. Fleisch**
 - *A Student's Guide to Vectors and Tensors*

Recursos adicionales

- Satélite Swift de la NASA: <http://swift.sonoma.edu/education/newton/nlawpost310SpPt.pdf>
- Afiches de satélite Swift: http://swift.sonoma.edu/education/newton/newton_3/newpost3.jpg
- “Practical Physics”: http://www.practicalphysics.org/go/Collection_58.html?topic_id=3&collection_id=58
- Ecuaciones cinemáticas: <http://www.physicsclassroom.com/class/1dkin/U1L6c.cfm>
- Videos de lecciones de Física: <http://www.onlinemathlearning.com/high-school-physics.html>
- Lecciones sobre el movimiento: <http://www.sciencejoywagon.com/physicszone/01motion/>
- Actividades de Física: <http://galileo.phys.virginia.edu/Education/outreach/8thgradesol/home.htm>
- “Bicycle Safer Journey”: <http://www.pedbikeinfo.org/bicyclesaferjourney/>
- Movimiento en línea recta: http://nea.educastur.princast.es/repositorio/RECURSO_ZIP/1_jantoniozu_Movimiento%20ESO/Movimiento%20ESO/paginas/mru_3.htm
- Cinemática: <http://www.educaplus.org/play-304-Principio-de-Independencia.html>
- Cinemática: http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/fisica/lmn_fis_fch05.html
- Leyes de Newton: <http://www.ibercajalav.net/curso.php?fcurso=17&fpassword=lav&fnombre=0.5>
- Leyes de Newton: <http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Dinamica/Index.htm>
- Leyes de Newton: <http://www.construyendolaciencia.com/leyes-de-newton>
- Leyes de Newton: <https://www.youtube.com/watch?v=5oIEL2IFL0E>
- Dinámica: <http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fyq/dinamica/>
- Dinámica: <http://www.thephysicsfront.org/static/unit.cfm?sb=3&course=2>
- Projectiles: https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_es.html
- Fuerzas: https://phet.colorado.edu/sims/friction/friction_es.html



Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

- Fuerzas en una dimensión: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-1d>
- Fuerzas y movimiento: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion>
- Fuerzas y movimiento – Fundamentos: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>
- Plano inclinado: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/the-ramp>
- Plano inclinado: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/ramp-forces-and-motion>
- Plano inclinado: <http://www.educaplus.org/play-256-Descomposici%C3%B3n-del-peso-en-un-plano-inclinado.html>
- Fuerzas en equilibrio: <http://www.educaplus.org/play-346-Cuerpos-ligados-en-equilibrio.html>
- Problemas de física, Fuente: <http://www.physicsclassroom.com/Class/vectors/u3l1f.cfm>
- Ejemplo 1 para planes de la lección: Vectores, Fuente: <http://www.physicsclassroom.com/calcpad/vecproj/problems.cfm>
- La fricción como fuerza, Fuente: <http://mypages.iit.edu/~smile/ph9311.html>
- Ejemplo 2 para planes de la lección – Fuerzas: <http://www.physicsclassroom.com/class/vectors/u3l3a.cfm>
- Pasos en el proceso de diseño para ingeniería: http://www.nasa.gov/audience/foreducators/plantgrowth/reference/Eng_Design_5-12.html#.U-e716PG-8A
- Redacción de una propuesta de investigación: http://ponce.inter.edu/acad/facultad/jvillasr/GUIA_INVEST.pdf

Unidad F.2: Cinemática y dinámica del movimiento

Física

6 semanas de instrucción

Tareas de desempeño

Nota: Utilice los documentos: 1) Estrategias de educación diferenciada para estudiantes del Programa de Educación Especial o Rehabilitación Vocacional y 2) Estrategias de educación diferenciada para estudiantes del Programa de Limitaciones Lingüísticas en Español e inmigrantes (Título III) para adaptar las actividades, tareas de desempeño y otras evidencias para los estudiantes de estos subgrupos.

Los estados de la materia y la temperatura

- Esta tarea de desempeño ofrece la oportunidad de evaluar la comprensión del estudiante sobre los estados de la materia y el papel que juega la temperatura. Van a necesitar matraces o cilindros calibrados, globos, una fuente de calor como una hornilla o plancha de calentamiento, una neverita con hielo, cuerda, y una regla o una cinta métrica para medir las dimensiones de los globos. Asigne a los grupos distintas muestras de materia; agua (líquida a temperatura ambiente), aceite de coco (una grasa saturada que es sólida a temperatura ambiente, aunque en Puerto Rico es líquido debido a las altas temperaturas), cera (sólida a temperatura ambiente, se expande cuando se derrite), etc. Se puede obtener una muestra de gas a temperatura ambiente soplando aire dentro de un globo y amarrándolo. Los estudiantes pueden medir volúmenes específicos de las muestras (o calcular a partir de las dimensiones del globo en el caso del aire) antes o después de aplicar calor o enfriarlas, para observar cambios en el estado de la materia. En el caso de las muestras de agua, se debe colocar un globo en la boca del matraz para mostrar la expansión resultante del vapor que se forma del agua cuando se evapora (que ocupa mayor volumen debido a la energía cinética de las moléculas cuando aumenta la temperatura), y la contracción y condensación resultante cuando la muestra se enfría con hielo. Los estudiantes deben poder observar y medir la expansión de la cera cuando se calienta (esto también se puede demostrar con una lámpara de lava si está disponible) mientras que (caso excepcional) se expande cuando se congela. Enseñe a los estudiantes a anotar sus observaciones en un informe de laboratorio y explique las observaciones a nivel molecular.
- El maestro puede evaluar las observaciones y explicaciones correctas de los estudiantes según se describe arriba, incluyendo el uso adecuado de la cuantificación e implicación de la teoría cinética molecular en sus explicaciones. Los informes deben explicar la razón de la expansión del agua al congelarse (red hexagonal abierta de cristales de hielo) en contraste con la contracción de la mayoría de las sustancias cuando se congelan y la expansión que resulta al calentarlas. Se puede dar crédito adicional a los estudiantes que hagan observaciones correctas sobre las relaciones entre presión, volumen y temperatura (PVT) que se aplican en las leyes de los gases, extendiendo estos principios a sus observaciones sobre los sólidos y líquidos.